昭和26年6月5日第三種郵便物認可　昭和49年1月25日発行（毎月1回25日）第287号

建設の機械化

1974 1

日本建設機械化協会

クローラ式
アスファルトフィニッシャHA36C
—住友重機械建機販売株式会社—

日本建設機械化協会

J.C.M.A.

建設の機械化

1974年1月号 No. 287

目　次

◀表紙写真説明▶

クローラ式アスファルト フィニッシャ HA 36 C

住友重機械建機販売株式会社

本機は最近ますます活発化している造成地や山間道などの傾斜地舗装，軟弱地舗装に特に効果を発揮するよう開発されたもので，安定性のすぐれた大形クローラ，余裕を生むエンジン，合材送り量調整の容易な2条式コンベヤ，運転の楽なワンマンコントロール方式など，経験と実績を生かしたすぐれた機構となっている。

なお，表紙写真は岐阜県経ケ野高原宅地造成地で舗装工事に稼働中の本機である。

主要仕様

舗装幅：2.4～3.6 m
舗装厚：10～150 mm
クラウン量：＋3％～－1％
舗装速度：2.55～19.0 m/min（5段変速）
登坂能力：8％（4°35′）……舗装時
ホッパ容量：6,000 kg
エンジン出力：35.5 PS
全装備重量：7,400 kg

日本建設機械化協会発行図書

書名	判型	頁数	価格	送料
建設機械化の20年 —現状と将来—	A4判	142頁	会員 1,000円 非会員 1,200円	〒200円
ダムの工事設備	B5判	690頁	会員 4,000円 非会員 5,000円	〒350円
オペレータハンドブックシリーズ1 エンジン	B5判	256頁	会員 1,000円 非会員 1,200円	〒300円
オペレータハンドブックシリーズ4 モータグレーダと締固め機械	B5判	426頁	会員 1,800円 非会員 2,200円	〒300円
場所打ちぐい施工ハンドブック	A5判	288頁	会員 1,350円 非会員 1,500円	〒200円
ころがり軸受の使用限度判定方法	B5判	170頁	会員 1,260円 非会員 1,400円	〒200円
岩石トンネル掘進機文献抄録集	B5判	128頁	会員 1,200円 非会員 1,500円	〒150円
「建設の機械化」文献抄録集	B5判	374頁	頒価 2,500円	〒200円
現場技術者のための「建設機械と施工法」	B5判	346頁	頒価 1,800円	〒300円
自走式クレーン安全作業マニュアル	A5判	170頁	会員 680円 非会員 760円	〒200円
道路清掃ハンドブック	A5判	150頁	頒価 1,200円	〒200円
道路除雪ハンドブック	A5判	232頁	頒価 1,600円	〒200円
仮設鋼矢板施工ハンドブック	A5判	460頁	非会員 2,500円 会員 2,250円	〒200円
橋梁架設工事とその積算	B5判	191頁	非会員 1,600円 会員 1,440円	〒200円
建設機械化施工の安全指針	A5判	294頁	非会員 1,500円 会員 1,350円	〒200円
国産建設機械主要諸元表(昭和48年版)	B5判	57頁	頒価 250円	〒100円
建設機械等損料算定表(昭和48年版)	B5判	192頁	頒価 550円	〒150円

昭和 48 年度 除雪機械展示実演会開催

会　　期　昭和 49 年 **1 月 23 日**（水），**24 日**（木）
公開時間　午前 **10** 時から午後 **4** 時まで
会　　場　青森市内国鉄グランド（**下図参照**）
主　　催　社団法人日本建設機械化協会本部・東北支部

第 10 回 除雪機械展示会開催／省力化用小型建設機械展示会併設

会　　期　昭和 49 年 **1 月 31 日**（木）から **2 月 2 日**（土）まで
公開時間　午前 **10** 時から午後 **4** 時まで（2 日は午後 3 時まで）
会　　場　札幌市中央区中島公園スポーツセンター前広場
主　　催　社団法人日本建設機械化協会北海道支部

機関誌編集委員会

（順　序　不　同）

□ 巻頭言

変動期是平常期

最上武雄

この 20～30 年の間に日本は随分色々のことを経験した。明治維新を挟んだ 20～30 年というと，大体ペリーの黒船騒ぎから西南の役の間ぐらいになる。これも大変動の時代であったが，最近の 20～30 年もそれに負けない大変動期であった。そしてこれからもそれが続くと思われる。その時代に巡り会ったことは一つしかない一生として不思議な因縁という他はない。

私達の幼年時代は第1次世界戦争の時にあたる。軽工業製品とはいえ，東洋各地への輸出が伸長した。明治の人々はわが国が西洋の植民地になってしまうことを最も恐れていた。これは彼等の努力でやっと免れたものの，そして国民の精神は高揚していたようであるが，実際には日本はまだ一弱小国に過ぎなかったのである。ずっと私達が聞かされていたことは，日本は昔から他国の真似ばかりしているということだった。これには勿論誇張があるが，確かに真似が多かったのだから仕方がないことと思われる。これについて，ある人は国民性であるといい，文教政策が誤っているともいい，また，事業家が利を先にし，将来を考えていないのだとか，各人各様なことを言っていた。今から考えれば，事はそんなに簡単ではなく，一つや二つのことに原因を決めてしまうことはできないのだと思われるのである。

さて，その後，日本は戦争時代，敗戦，それによる混乱を経験する。そして現在も激動は続いている。色々な意味で日本もいくらか成長し，僅かずつではあったが次第に蓄積されてきた近代的技術その他，一言にして言えば国力によっていくらか他人真似を脱することもできるようになったようである。その代り，他の諸国が今まで経験しなかったようなことに悩まねばならなくなった。量の変化が質の変化をもたらすことを身をもって経験し，あまり有難いことではないが，公害を世界に先がけてひっかぶるという調子である。資源問題，エネルギー問題も日本にとっては他国に対するよりも遥かに重く，ずっしりとのしかかって来る。

科学や技術を振興せよ，それが繁栄への唯一の道であるとは一部心ある人々がそれこそ長い間唱えて来たことである。蓄積によっていくらか技術が独り歩きできるようになり，それによって国の経済がましになり，国民の生活レベルが若干向上したのも束の間，今度は技術の罪科が口々に指摘されている。先駆者を目標として進む間は道は険しいといっても，先例があるのだから出て来るであろう困難はあらかじめ見当はつく。公害，資源，エネルギー問題をはじめとして，これからわれわれの前に現われる問題にはその解決に前例のないものがふえて来ることを覚悟しなければなるまい。これはわれわれが大人になった証拠であろう。

（本協会会長・東京大学名誉教授）

相模川流域下水道 左岸幹線の機械掘削計画

茂 森 拓*

1. はじめに

近年，各地で流域下水道が計画され，建設が進められているが，神奈川県でも相模川，酒匂川両流域下水道事業が着手され，水質保全，生活環境整備のための抜本対策として住みよい県土，豊かな県民生活を確保するための一大事業として推進されている。

相模川流域下水道計画における約 94 km に及ぶ幹線管渠築造工事には数々の工法が採用されているが，限られた工期内に完成させるため，現場の立地条件等から機械化，省力化等をはからなければならない。そこで相模川流域下水道計画中最大の幹線である左岸幹線築造工事第 36-5 工区（シールド外径 4,600 mm，仕上り内径 3,600 mm）で採用している“ミニジョン掘進機”によるトンネル工区について紹介する。

図―1 相模川流域下水道計画の概要

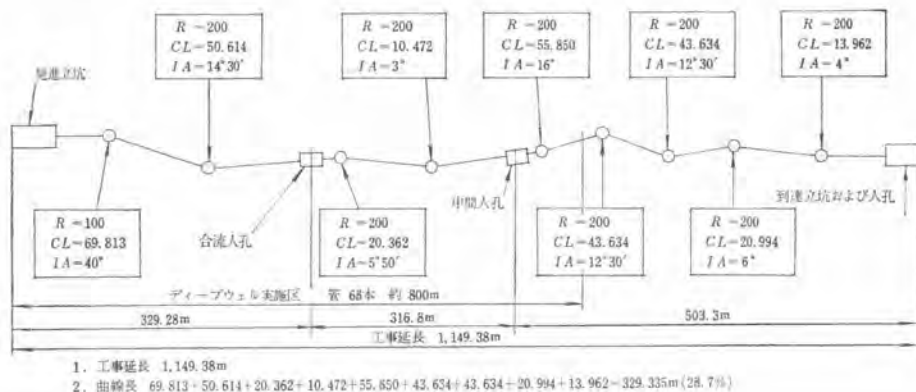
2. 工法選定の基本的考え方

当流域下水道左岸排水区（図―1 参照）のほぼ中央に位置する海老名市中新田地内の現場付近は，奈良時代に聖武天皇の命によって建立された国分寺の跡を残す地域で付近には寺社等が数多く散在し，農耕に適した土地柄から昔からの集落を擁し，最近は鉄道路線等に至近な住宅圏でもあり，狭い道路には交通が輻輳している。県道と市道に跨がる幅員 5.5～7.0 m の道路であり，道路中心線に建設するため，1,149.4 m のうち，330 m の曲線（$R=100\times1$ 個所，$R=200\times8$ 個所，図―2 参照）区間を有する工区である。また，管渠敷設予定の地質はほとんどが非常によく締まった N 値 30 以上，れき径 20～30 mm の滞水砂れき層であり，終点側 300 m には砂質シルト層が主体となる軟弱な地質と急変している（図―3 参照）。地下水位は路面下 1.2～5.0 m とまちまちで，起点側砂れき層と終点側砂れき層の揚水試験の結果はそれぞれ 10^{-2}, 10^{-5} という透水係数で，終点側の地下水は補給される量が少ないための結果と考えられる。

以上のことから基本的には地下水低下のためのディープウェル工法および地盤改良のための薬液注入を併用した補助工法を採用し，地域住民の生活，経済活動等路面上に対する影響を防止する安全優先の計画としている。

3. 掘進機の選定

以上の諸条件からトンネル工法を採用することとしたが，

* 神奈川県相模川総合整備事務所長

図―2 工事路線明細図

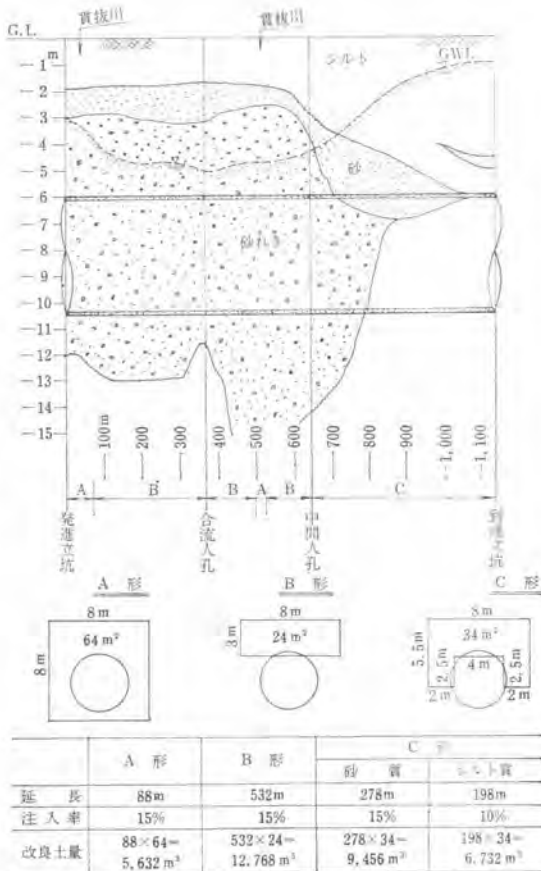
① 切羽の自立については，れき径 20～30 mm が多くを占め，シルト，砂が空げきを満たしているものと想定される。これは N 値 50 以上がほとんどである点から十分れきがかみ合い，自立が期待できるものと考えられる。N 値 30 程度の個所については薬液注入（図―3 参照）により地盤の強化をはかり，切羽の安定を期すこととし，工区終点寄りのシルト層においては，薬液注入による効果はあまり期待できず，長期間無支持の状態では自立は不可能であるため，面積的に大きいプレートのフェイスジャッキを有する掘進速度の速い掘進機とする必要がある。

② 掘削の難易については，地質的に人力では不能率であり，また，多少の坑内排水は避けられない。

③ 地盤の沈下については，排水による圧密沈下と地山のせん断破壊による沈下が考えられるが，本工区では短期間の排水であれば問題はないものと考えられる。テールボイドが原因の沈下については避けられないものとされているが，薬液注入による地盤強化の期待と掘進のスピード化による裏込注入工の早期施工によってある程度防止できる。

掘進機の採用にあたってはこれらの条件のほか，工期が重要な要素であることはいうまでもない。

4．ミニジョン掘進機

これらの諸条件から機械掘りシールドとしたが，砂れき層での実施例は皆無といえる。これは土質的に機械の損傷が激しく，機械掘りとしての能率が得られないためと推測され，砂れき層に対する掘進機の開発が望まれるところでもある。ここでは改めてシールド機種の分類別検討は省略するが，砂れき層を主体とし，砂層，シルト層と地質の変化に対応して $R=100$ m の線形を設置し，月進 300 m を確保すると同時に $\phi=300$ mm の玉石混り砂れきにも対応できるものでなければならない条件を満足するものとして考えた場合，“切羽開放形で掘削搬送装置組込みの機種”にしぼられる。

	A 形	B 形	C 形 砂 質	C 形 シルト質
延 長	88m	532m	278m	198m
注入率	15%	15%	15%	10%
改良土量	88×64=5,632 m³	532×24=12,768 m³	278×34=9,456 m³	198×34=6,732 m³

図―3 地層および薬液注入概要図

このような掘削機にはバケット式とアームディッガ式とがあるが，日立製作所と米国メムコ社が技術提携したビックジョン式掘進機はバケットが自由に回転すること

シールド本体	項目	仕様
	本体全高	約4,600mm
	本体全長	5,120mm
	シールドジャッキ	推力 100t×8本, 121t×8本 ストローク 1,050mm
	ポーリングジャッキ	推力 121t×9本 ストローク 1,050mm
	プレストジャッキ	推力 15t×7本 ストローク 1,050mm(2本), 600mm(5本)
	電動機	37kW, 4P
	最大使用油圧	350kg/cm²
	常用油圧	250kg/cm²

エレクタ	項目	仕様
	回転速度	1.0rpm
	押付ジャッキ	推力 5.4t×2本 ストローク 500mm
	スライドジャッキ	推力 3.4t×1本 ストローク 200mm
	電動機	11kW, 4P
	最大使用油圧	175kg/cm²

ミニジョン掘進機	項目	仕様
	バケット容量	0.38m³
	ブームジャッキ	推力 102t×1本 ストローク 800mm
	バケットジャッキ	推力 47.5t×2本 ストローク 600mm
	トラベルジャッキ	推力 47.5t×2本 ストローク 2,120mm
	ブーム旋回	速度 2.80rpm モータ最大油圧 210kg/cm²
	電動機	37kW, 4P 2台
	最大使用油圧	210kg/cm²
電源		400V, 50Hz

図—4 ミニジョン式シールド掘進機構造図

図—5 サイクルタイム図

が特徴となっている。これの小形化したものがミニジョン掘進機（図―**4** 参照）である。

バケット式ミニジョンは米国実績（国内での実績はない）ではリブ ＆ ラッキング工法で機械径 φ 3,710 mm，支保工 1,200 mm，サイクルタイム 50 分，毎週土曜日機械整備，日曜休日制で稼働月 20 日，地質は石灰石，固結粘土互層，一軸圧縮強度 840～1,050 kg/cm²，340 m/月平均という施工記録がある。

当工区のミニジョン掘進機のサイクルタイムを図―**5** に示す。労力は機械操作およびセグメント組込み 4 名，バッテリカー運転 2 名，セグメント投入 1 名，電工 1 名，計 8 名であり，従来のものに比べて相当の省力化となっている。

また，当工区で使用している諸機械は表―**1** のとおりであり，掘削計画では 21 日稼働，16 リング/日のペースで掘進すれば工程的（図―**6** 参照）には満足するが，能力としては 24 リング/日の装備を有している。

このミニジョン掘進機はすべての土質に対応できることであり，切羽の崩壊現象が認められた場合はボーリングジャッキを切羽前面の地山にくい込ませると同時に，ブレストジャッキで切羽の支持を短時間に確実に行えるようにしているのが特徴である。支保工については，コンポジットセグメントを使用しており，紙面の都合で省略するが，掘進速度に対応する支保工組込時間の短縮が必要であろう。

施工の能率向上，作業の安全，省力化のために掘進機の改良はもとより必要であろうが，ミニジョン掘進機は国産 1 号機であり，1 号機であるがゆえに改良する点が多いと思われるが，現在鋭意施工中であり，その成果を期待しているものである。

表―1　使用機械一覧表

場所	品名	仕様	数量	用途
坑内設備	シールド機械	φ 4,592 ミニジョン式	1	掘削
	ベルトコンベヤ	幅 750　50 m³/hr	1	土砂搬出
	ホイスト	1 t	2	セグメントつり降し
	鋼車	3 m³ クレーン式	6	土砂搬出
	セグメント台車	RG＝762	2	セグメント運搬
	バッテリカー	6 t，RG＝762	3	土砂，セグメント運搬
	プレスクリート	3 m³，RG＝762	2	2 次巻用
	エアホイスト	AH-36	2	スライドフォーム移動
	水中ポンプ	50 mm	3	坑内排水
	軌条	22 kg/m	3,000	
	分岐器	22 kg 用両開（移）	2	レール切替え
	〃	〃　〃（固）	1	〃
	〃	〃　右直線（〃）	1	〃
	円形スライドフォーム	φ 3,600，l 12 m	2	2 次巻用
	パラセントル	φ 3,600，l 10.5 m	2	〃
立坑および周辺設備	モルタルミキサ	MPM-10	1	グラウト用
	モルタルポンプ	PA 15-a	1	〃
	ホイスト	2 t	3	セグメントつり降し他
	水中ポンプ	100 mm	1	立坑排水
	土砂搬出装置	24 m³/hr 以上	1	土砂搬出用
	空気圧縮機	7.5 kW	1	ホッパ開閉
	〃	37 kW	1	コンクリート打設他
	溶接機	18 kW	2	仮設段取り
電気設備	変圧器		1式	

写真―1　ミニジョン掘進機

図―6　左岸幹線管渠築造工事（第 36-5 工区）工程

東北新幹線 岡トンネルの施工概要

佐　野　茂　雄*
金　子　完　郎**

1. まえがき

道路，鉄道等の交通網の整備，上下水道用水路等，最近の建設工事におけるトンネル工事の需要はますます盛んになってきている。このためトンネル工事の機械化は省力化，施工速度の向上，安全施工を目的に施主，請負者ともに非常な熱意をもって取り組んでいるが，完全な機械化施工には未だしの感がある。特にわが国のように火山国の複雑な地層では硬・軟岩いずれの岩にも万能な機械はなく，外国で良好な実績をもつ機械でもわが国では必ずしもよい成果を得ていない。

最近，軟岩用掘削機としてロードヘッダが盛んに使われ，機動性，掘削断面の適応性からトンネル掘削の新機種として着目されている。しかし，この機械は軟岩掘削には適するが，硬岩になると現在の機構では掘削できない。硬岩に対してはやはり従来知られているR.T.M（硬岩掘削機）によらなければならない。

岡トンネルは，事前のボーリング調査によれば凝灰角れき岩，安山岩，花崗岩の地層で，さらに破砕帯が予想されており，R.T.M 工法の適用性を確認して将来のR.T.M 工法の布石とするべく，フジタ工業所有の川崎ジャーバ MK 17-500 号機を投入することにした。硬・軟岩の互層，破砕帯通過対策等に多少の懸念はあったが，あえて挑戦することにした。工法としては先進導坑上部半断面工法であり，導坑掘削の R.T.M 工法以外には特に新工法を採用しているわけではないので，本報告は R.T.M 工法について述べることをご了承願いたい。

図—1 岡トンネル位置図

* 日本国有鉄道仙台新幹線工事局大河原工事区長
** フジタ工業（株）岡トンネル作業所技術士

2. 工事の概要

発注者：国鉄仙台新幹線工事局
工事名称：東北新幹線岡トンネル工事
施工場所：宮城県柴田郡村田町大字沼辺
工　期：昭和 47 年 11 月 20 日から
　　　　昭和 50 年 2 月 19 日まで
トンネル延長：1,740 m
トンネル断面：新幹線複線断面形（図—2 参照）
こう配：3/1,000
線　形：直　線
地　質：凝灰角れき岩，安山岩，花崗岩
掘削工法：底設導坑先進上部半断面工法
掘削機械：導坑　R.T.M　川崎ジャーバ MK 17-500
　　　　　上半　ジャンボ・発破工法
　　　　　　　　ロッカショベル（太空）

導坑掘削はR.T.M を使用して先進することとし，坑口より 75 m 区間は表土および風化岩が予想されているのでアプローチトンネルとし，坑口で組立られたR.T.Mを自走させて切羽まで引込むこととした。

3. 地質の概要

岡トンネル付近の地質は，東北地方に広く分布する第三紀層のグリーンタフと称する火山噴出物と白亜紀に生成されたと考えられる結晶の大きい花崗岩よりなっている。第三紀に属する上記火山噴出岩は花崗岩を覆い，緩

傾斜をもって比較的安定した地質構造である。これら第三紀層は高舘山層と呼ばれ，火山岩は主として安山岩よりなり，シート状に分布し，このほか，安山岩の漸移層と思われる安山岩質凝灰岩および凝灰角れき岩の分布が認められる。

岩質的に考察すると，

① 安山岩は一般に堅硬で $\sigma_c=497\sim1{,}112\,\mathrm{kg/cm^2}$，$V=3.0\,\mathrm{km/sec}$ であることから割目が多い（実際掘削後の安山岩は硬い所で $\sigma_c=1{,}900\sim2{,}400\,\mathrm{kg/cm^2}$ であった）。

② 凝灰角れき岩は一般に固結度は高い。$\sigma_c=105\sim146\,\mathrm{kg/cm^2}$，$V=2.0\sim2.5\,\mathrm{km/sec}$ で多少風化している。

③ 安山岩質凝灰岩は一般に風化し，軟質である。

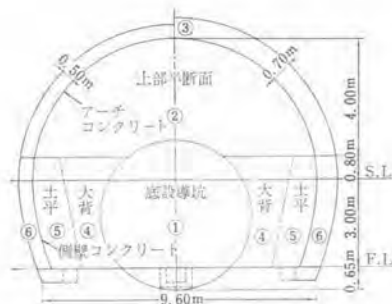
④ 花崗岩は風化の度合により一部真砂状となっており，$V=3.0\,\mathrm{km/sec}$ 以下は真砂，$V=4.0\,\mathrm{km/sec}$ 以上は $\sigma_c=800\sim1{,}400\,\mathrm{kg/cm^2}$ で亀裂がある。

⑤ 破砕帯は風化花崗岩よりなり，真砂状となって固結度は低い。

以上が事前のボーリング調査により判定された地質であるが，硬岩の安山岩，花崗岩の切削性については，国産カッタ試作の際，切削試験の結果，切削可能があることが確認されていたが，破砕帯がどの程度のものであるか確認するため受注後破砕帯をはさんで追加ボーリングを実施した。この結果を入れた地質図を **図—3** に示す。

4. 施工計画

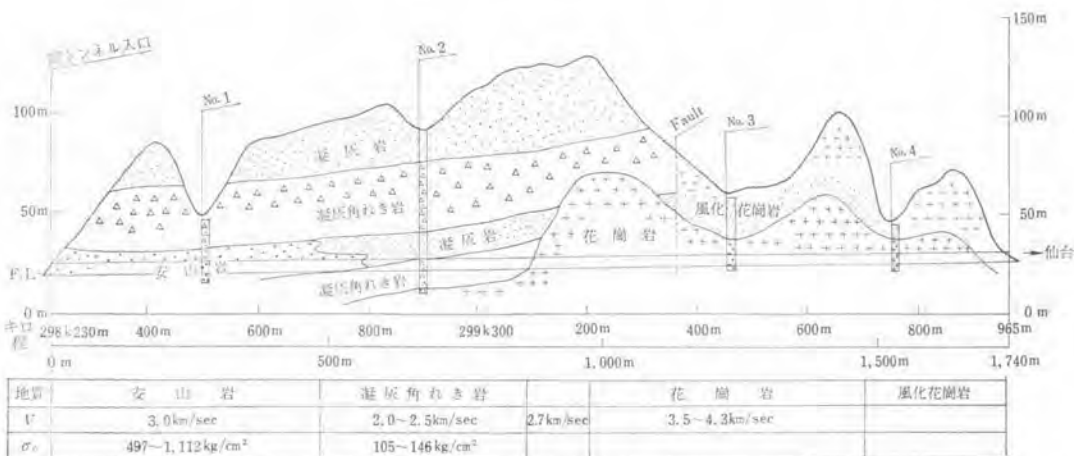
(1) 施工法

底設導坑先進上半工法で **図—2** のような施工順序で行う。底設導坑は直径 5.0 m の R.T.M で先行掘削し，リング形支保工あるいは架台にずり棚を設け，上半掘削を行う。上半はジャンボ，ロッカショベルによって掘削およびずり出しを行い，6 m³ 鋼車によって坑外へ搬出する。アーチコンクリート，大背掘削，土平掘削は従来行われている工法で行う。

図—2 トンネル断面と施工図

底設導坑の施工断面は **図—4** のように FL−65 cm を R.T.M の下端として掘削する。レールは 37 kg レール等3線とし，複線を確保する。マシン直後においては長さ 1 m の梯子線を敷設し，後方で本線に敷設替えをする。枕木は長尺枕木として中間にサポートを入れ，マシン後方台車の荷重をうける。マシンの動力は 6,600 V の高圧ケーブルをマシンのケーブル台車から巻出して側壁のアンカーに添架する。

マシンは坑口で組立て，試運転を行った後，自走してアプローチトンネルを通り，切羽に引込む。切羽は平坦に掘削した後，マシン掘削をする。数日間のならし運転をした後，本格的掘削に入る。掘削速度は凝灰岩，安山岩，花崗岩によってそれぞれ異なった進行を過去の事例を参考にして判定した。

R.T.M の掘削予定工程および全体工程は **図—5** に示すとおりである。仙台側出口は真砂が出ることが予想されているので約 200 m の迎え掘りをする。R.T.M の測量管理はレーザ光線によって行うが，導坑なるがゆえに多少の誤差は許されるが，できるだけ精度のよい掘削を行う。

地質	安山岩	凝灰角れき岩		花崗岩	風化花崗岩
V	3.0km/sec	2.0~2.5km/sec	2.7km/sec	3.5~4.3km/sec	
σ_c	497~1,112kg/cm²	105~146kg/cm²			

図—3 岡トンネル地質図

(2) 機械使用計画

全体の機械使用計画は表—1のとおりであり，導坑R.T.M以外には従来使用されているものなので省略する。

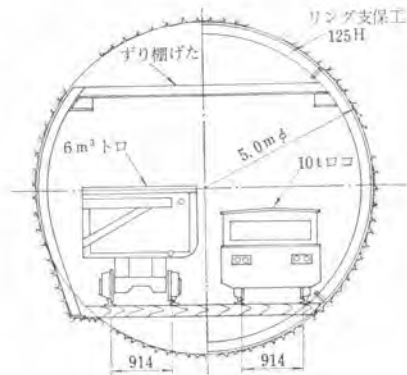
(a) R.T.Mの仕様

この機械は米国ジャーバ社の技術を導入し，フジタ工業と川崎重工業がわが国のトンネル施工を考慮して改良国産化したもので，川崎ジャーバ MK 17-500と称している。その仕様諸元は表—2に，構造は図—6に示すとおりであり，坑口における組立，カッタヘッド，カッタの状況は写真—1～写真—3に示すとおりである。

(b) 本機の特徴

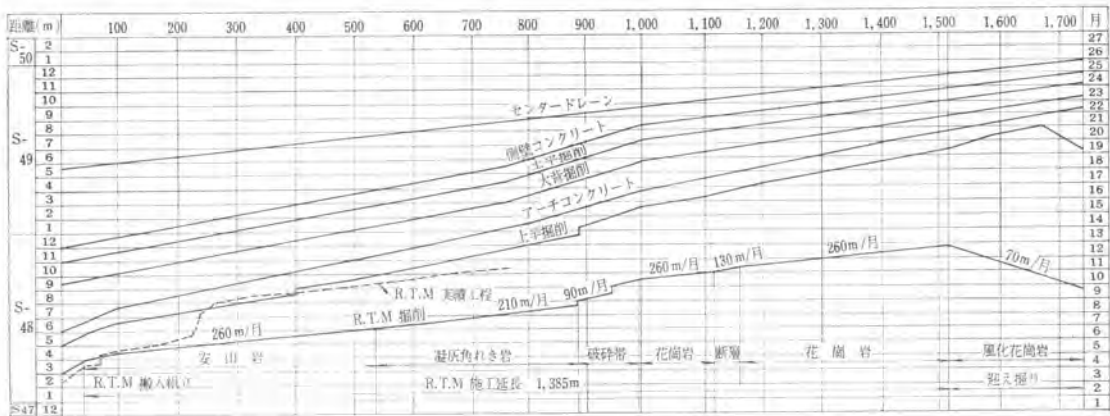
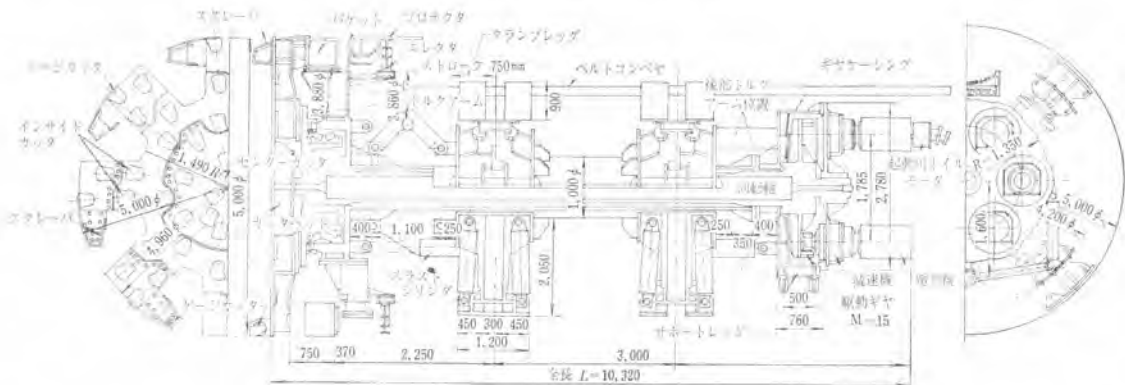
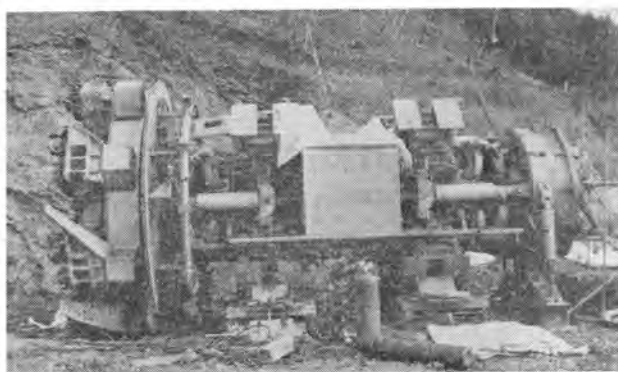
ジャーバ社は米国トンネル専門業者S & Mコントラクタ社の子会社で，ユーザとしての発想から本機を開発したものであり，トルクアーム等ユニークな設計が行われている。その特徴を述べると，

① トルクアームを使用しているので摺動部分がないため振動が少ない，軸心の保持がよい，駆動軸にカッタヘッドの荷重がかからない，大きな逆トルクに耐える，カッタヘッド直後にスペースがとれるので支保工の建込みができる等の利点がある。

② 掘削径の大幅な変更が可能である。

図—4 R.T.M施工断面図

③ 機械の安定性がよい。これはカッタヘッドと駆動部が前後に分かれており，その中間にクランプレッグがあるので重点心が前後レッグの中間にあり，上部レッグを使わなくても自立できるのでセンターリングが早く，また自走することもできる。

④ カッタは互換性があり，同一サドルに硬中軟岩用のインサートタイプ，ディスクタイプ，ギヤタイプいずれのカッタも搭載できる。

⑤ 支保工はカッタヘッドの直後で建込みができる。

図—5 岡トンネル施工工程

図—6 MK 17-500 構造図

写真—1　坑口で組立中の R.T.M

写真—2　カッタヘッド正面

このため破砕帯の場合に切羽クラウンの山留ができる。

⑥　起動はオイルモータにより起動するので起動電流が少なく，かつ機械部分のショックが少ない。

（c）　カ　ッ　タ

カッタは，地質調査の結果，凝灰岩，安山岩，花崗岩が想定され，安山岩は σ_c=1,000 kg/cm² 以上となるので，中硬岩用として使用されているリード社の QKC 形（インサートチップカーフ形）を採用した。QKC カッタは**写真—3**のようにカッタが3列のカーフ形をしており，このカーフに圧入されている超硬合金のチップが硬い岩を圧砕する。凝灰岩のみの場合にはディスク形で十分であるが，安山岩，花崗岩に対処するためこの形を選定した。凝灰岩の場合には，カーフの部分がくい込み，切削する。このためチップよりも母材の摩耗が心配される。また同時に，国産試作カッタも試験的に搭載してその性能を比較しつつ改良を行い，国産化を急ぐこととした。国産カッタは外径はリード社と同一とし，サドルはリード社と共用できる構造であるが，母材の浸炭焼入加工を省略してアロイを肉盛りして耐摩耗性を向上する。また，ベアリングの給油系統も完全潤滑となるようにしている。

表—1　使用機械一覧表

機械名	規格	導坑	上半	大背	土平	コンクリート	計
R.T.M	5.0 mφ, 750 PS	1					1
バッテリロコ	10 t	2	3	3		3	11
鋼車	6 m³	10	20	20			50
送風機	22 kW, 800 φ	3					3
水中ポンプ	2 in	4					4
ロッカショベル	太空 950 B	2		1			3
レッグジャンボ			1				1
ロックドリル			9	4	4		17
トラクタショベル	サイドダンプ		1				1
油圧ショベル	O & K				1		1
エアクリート	6 m³					3	3
スピロクリート						1	1
送風機	11 kW, 600 φ	2					2

表—2　R.T.M 主要仕様

名称	仕様
掘削径	最大 5,000 mm，最小 3,800 mm
径の変更	スポークアタッチメント交換方式
カッタ形式および個数	インサートタイプ 56 個
カッタヘッド回転数	7.3 rpm
駆動馬力	125 PS×6=750 PS，440 V
起動用オイルモータ	モータ直結式
油圧ポンプ	55 kW，p=300 kg/cm²
推進ストロークおよび力	750 mm，800 t（8 シリンダ）
メインベアリング	外径 1,900 mm，ローラベアリング
アンカー力	1,600 t（100 t×2×8 本）
プロテクタ	左右 40°　ストローク 600 mm
エレクタ	モータ駆動リングエレクタ
トランス	50 サイクル　6,600 V，750 kVA
ダストコレクタ	湿式 150 m³/min，15 kW
先進ボーリング	ヤマト EY 75，60 mmφ
レーザビーム	NEC 1 mmW　2 ターゲット表示
全長	本体　10.32 m
重量	本体　180 t

5. 施工実績

R.T.M は当初計画どおり2月中旬現地坑口組立ヤードに搬入し，荷卸しと同時に重量物の組立を開始した。運搬は 40 t トレーラ1台，20 t トレーラ3台，10 t トラック 13 台で行った。組立開始より 25 日間で試運転を行い，アプローチトンネルの完成を待って進入を開始

写真—3　インサートチップ形カッタ

した。約 87 m を前後垂直ジャッキ，下部クランプレッグを交互に使い，さながら"むかで"のように 180 t の巨体が自走して切羽に到着した。途中一部軟弱な個所は枕木を敷設して通過した。

切羽に到着して直ちに掘削を開始したが，切羽の上部に出ていた安山岩が粘土をはさんでいたため崩落石が激しく，スタートと同時に支保工の建込みとレール矢木のルーフィングを行わざるを得なかった。凝灰岩層に入って切羽は安定し，順調な掘削に入り，順次掘削速度をあげ，日進 8～15 m で進行した。

坑口から 125 m 付近より安山岩層(σ_c=1,900～2,400 kg/cm²) に入ったが，特に崩落石もなく，日進 5～9 m の進行で掘削した。坑口より 230 m 付近から破砕帯に入り，安山岩の角れき（粘土をかんだ断層角れき）がクラウン，切羽から崩落し，30 kg レール矢木のルーフィング，ロッドルーフィングによってこの破砕帯約 30 m 区間を突破した。この落石崩落の状況を **写真—5** に示す。この破砕帯でもカッタヘッド直後の支保工建込みが可能な本機の特徴が生かされ，ルーフィングが行えたことは幸いであった。この区間を突破してから安定した凝灰岩層に入り，日進 15～30 m の進行で順調な掘削を続けた。

400 m 付近において凝灰岩層の滞水層に遭遇し，約 900 l/min の湧水が突然起り，ポンプの準備が間に合わず，オイルポンプモータが冠水する障害があった。この湧水は2回にわたり起ったが，幸いクラウンの崩壊もなく通過した。この区間を過ぎて安山岩質凝灰岩となり，日進 20～30 m の掘進速度で進んだが，坑口より 600 m 付近から当初予想しなかった風化花崗岩が切羽に出現し，若干の肌落ちがあったので支保工を建込みながら掘進を続けた。しかし，630 m 付近からいわゆる"あぶらめ"と称する粘土をはさんだ花崗岩となり，クラウン部からの崩落が激しくなったためトレンチシート，30 kg レールのルーフィングを行い，先進ボーリングによりこの断層は約 15 m と推定されたので矢木ルーフィング工法により突破した。

写真—4 凝灰岩の切羽掘削面

670 m 付近からは凝灰岩層となったが，720 m 付近よりまた風化花崗岩層となり，目下これを掘削している。この花崗岩も徐々に山の深部に入るため硬度を増している。事前調査として行った花崗岩の転石の圧縮強度は約1,100 kg/cm² であった。安山岩の破砕帯，湧水，真砂帯と悪条件のため予定工程に対して約3カ月の遅れとなっているが，今後の稼働でこれを取り戻したいと考えている。

写真—5 安山岩破砕帯の状況

蛇行については，破砕帯通過の際レーザ光線が通らず片側に約 60 cm の蛇行があったが，以後レーザ光線を基準として操作したため約5 cm 程度の蛇行におさまっている。

カッタについては，リード社の QKC 形と国産インサートチップ形とを併用して掘削しているが，安山岩（σ_c=1,900～2,400 kg/cm²）の掘削でも特に問題はなく，スラスト 450 t 程度で 10 m/日 の掘進速度であった。掘削指数を求めてみると安山岩で 900～1,100 cm³/min/PS，凝灰岩で 1,500～2,000 cm³/min/PS となっている。特に風化花崗岩でこの指数は非常に高くなっている。カッタの消耗については最終的にまとめてみなければわからないが，完全消耗ゲージ8個，インナー1個となっている。

6. ま と め

以上，工事の中途における実績発表となったので中途半端な報告となったが，本区間においては破砕帯，湧水帯，花崗岩帯の R.T.M 工法を実施し，得難い貴重な経験は今後の施工にあたって自信をもって対処できるものと考える。

R.T.M 施工の大きな壁となっていた破砕帯通過の対策，また国産カッタの開発等，問題点の解決はこの施工を通じて立案しており，今後の施工では必ず R.T.M 工法のメリットを発揮できるものと確信している。

工事中途の報告で当を得ないが，工事終了後にあらためて発表の機会があったら参考になる資料が提供できるものと思っているので，よろしくご判読下さるようお願いして稿を終ります。

石勝線建設の工事現況

岩　田　伸　雄*

1. はじめに

石勝線は北海道の石狩地方と十勝地方とを結ぶ石狩十勝連絡鉄道の略称であり，追分線（千歳～追分），紅葉山線（紅葉山～占冠（しむかっぷ）），狩勝線（新得～占冠），および既設夕張線の一部から形成されている延長 107 km（夕張線を除く）の主要幹線である。この線の完成により札幌～帯広間は約 45 km 短縮される。

工事は昭和 36 年6月国鉄によって狩勝線新得～上落合間から開始された。

昭和 39 年3月，日本鉄道建設公団の設立に伴い同札幌支社に移管され，昭和 41 年1月追分線，同8月紅葉山線，昭和 42 年7月狩勝線（上落合～占冠間）がそれぞれ着工された。

現在，路盤工事は最終段階に入り，串内および紅葉山にそれぞれ軌道基地を設けてレール敷設工事を行っているところである。

2. 各線の概要

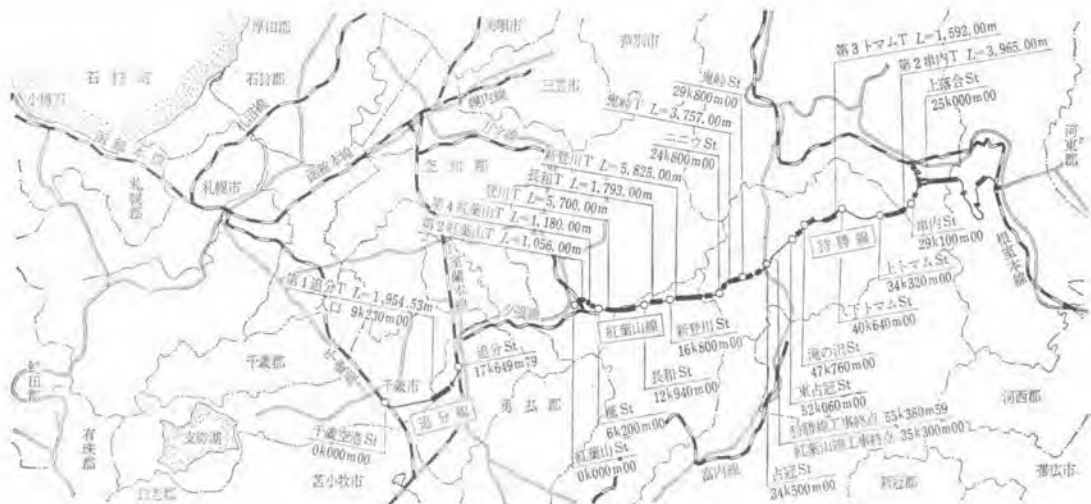
(1) 追分線

千歳空港より平坦な牧場地を東に直進し，中央部二つのトンネルを経て追分に至る。

(2) 紅葉山線

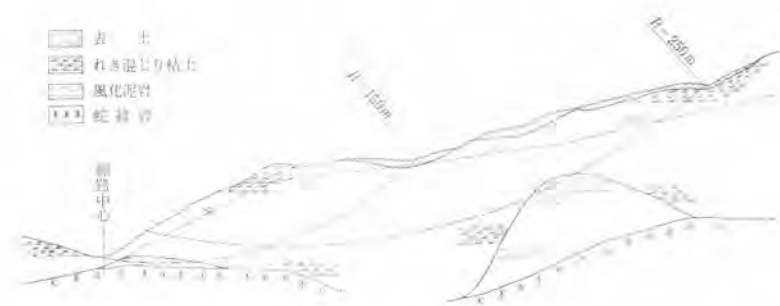
紅葉山より夕張山地を大小 13 のトンネルで東西に横断し，占冠に至る。地質は全般に悪く，特に新登川，鬼峠の両トンネルは大規模な蛇紋岩帯を通過し，強大な膨張性地圧のため掘進は困難を極めた。また，明り部分でも不安定な地質が随所に存在し，地すべり対策に苦心した。

(3) 狩勝線

新得より西進し，日高山脈の北端を新狩勝トンネルでくぐり，石勝線の最高地点である上トマム（標高 542 m）

図—1　石　勝　線　平　面　図

* 日本鉄道建設公団札幌支社工事部工事第一課長

を経てトマム川沿いに線路は下り，占冠で紅葉山線と結ぶ。地質は全般に良好で，トンネルの施工も一部を除いて順調であった。なお，新得～上落合間は昭和 41 年9月開業した。

なお，工事概要を表—1に示す。

図—2　32 k 560 m 付近地質横断図

3. 工事用電力

紅葉山，狩勝の両線にはトンネルが多く，かつ，それらを一斉に着工するためほぼ全線にわたって工事用電力線の建設を行った。あらましは送電線（30 kV，3 相，亘長 24 km），配電線（6 kV，3 相，亘長 34 km）および変電所4個所（楓 1,500 kVA，長和 1,500 kVA，ニニウ 2,250 kVA，トマム 2,250 kVA）で，総工費2億9,000 万円である。

4. 地すべり

紅葉山線では切取部，トンネル坑口付近に地すべりが多く発生し，その対策として切増し，のり面防護，くい打ち，水抜ボーリング，水抜坑道，押え盛土等各種の工法を試みた。ここでは紅葉山線 32 k 560 m 付近の雪覆部に発生した地すべりとその対策について述べる。

この地点の地表の平均こう配は約 15 度で，事前調査によって地表より 3 m が表土，その下は軟質ではあるが泥岩と想定された。当地点は豪雪地帯でもあり，切取り高さも高いので 3～8 分ののりこう配で切取り後，雪覆を構築して覆土する計画であった。

表—1　石勝線の工事概要

線名		追分線	紅葉山線	狩勝線
土工（単位 1,000 m³）		800	1,700	1,965
橋梁	個所数	43	49	60
	総延長	410 m	2,252 m	2,820 m
	最長 名称	室蘭本線・跨線・線路橋	夕張川橋梁	第3トマム川橋梁
	最長 延長	180.8 m	362.4 m	356.3 m
	橋梁/本線長	2.3 %	8.6 %	9.1 %
トンネル	個所数	2	13	6
	総延長	2,310 m	23,143 m	7,985 m
	最長 名称	第1追分トンネル	新登川トンネル	第2串内トンネル
	最長 形式	単線馬蹄形	単線馬蹄形および円形	単線馬蹄形
	最長 延長	1,954 m	5,825 m	4,225 m
	トンネル長/本線長	12.8 %	68.1 %	25.8 %
主要資材	コンクリート	40,000 m³	343,000 m³	119,000 m³
	鋼材	1,530 t	20,360 t	5,430 t
	レール		10,580 t	
	枕木 PC		100,000 丁	
	道床砂利		140,000 m³	
工費		4,100,000,000 円	20,500,000,000 円	9,600,000,000 円

切取りを昭和46年10月より開始したところ，当初岩盤と想定した地質が実際はかなり風化が激しく，かつもめており，計画ののりこう配による切取りが困難と認められたので8分～1割8分とゆるくして工事を進めた。翌年6月切取りがほぼ終了した時点で，線路中心より山側に 130 m 離れた所に落差 1～2 m の亀裂が延長約 80 m にわたって発生し，のり面も線路側に 5～10 m 押出された。ただちに弾性波ボーリング，地下水追跡，パイプひずみ計による地すべり面の調査等を行った。その結果は図—2 に示すとおりで，下部に蛇紋岩の岩床があり，泥岩はこの蛇紋岩の併入によって軟質化している。

地すべり面の位置はパイプひずみ計の計測，地表の亀裂の状態等から図—2に示すような複合すべり面と推定される。この対策として種々検討の結果，現状のまま山留を行い，開削後ラーメンボックスを構築し，覆土することに決定した。ラーメンボックスの設計に際しては地盤の劣化を考慮して支持ぐいとし，山側の壁を厚くして重心を移動させ，くい反力を大きくすることによって大きな水平力が作用したとき，くいに働く引抜力と相殺させる構造とした。また，開削による山留壁背面の地山のゆるみによって地すべりが誘発される可能性があるので，防護工としてセンターから山側に約 15 m 離れた所に後述の第1紅葉山トンネル出口で施工した方法により 200 H を 75 cm ピッチの千鳥に建込んだ（図—3 参照）。以上の工法により昭和 47 年 10 月から工事を再開し，翌年4月無事完了することができた。

5. 橋　　梁

石勝線の橋梁は二，三の例を除いてほとんど標準げたが用いられている。

橋梁工事としての特異な例としては，夕張川橋梁（写真—1 参照）が

ある。本橋は1級河川夕張川および道々夕張平取線と立体交差し，施工基面が河床から約20mある。したがって，施工上支保工を用いない形式が望ましく，検討の結果ディビダーグ工法による3径間連続PCげた（64m+80m+64m）と単純PCげた（25.20m×6）に決定した。

工事は昭和45年8月より下部工に着工し，同年11月下部工を完成させ，上部工は翌年4月よりP_3，P_4より同時に4基のフォルバウワーゲンを用いて1ブロック6〜7日のサイクルで張出し架設を行い，同年10月に本体工事を完成させた。

写真—1 夕張川橋梁

6. トンネル

紅葉山，狩勝両線の全トンネルを表—2に示す。工法別では底導先進上半工法47%，全断面工法33%，上半先進ベンチカット工法14%，その他6%となる。

紅葉山線は日高山脈の西側に沿って南北に縦走するわが国最大規模の蛇紋岩帯である神居古潭構造帯を東西に横断するため新登川，鬼峠の両トンネルでは強大な膨張性地圧を受けた。また，坑口付近は地すべりの発生しやすい地形，地質が多く，その対策に種々の工法が用いられた。前者の例として鬼峠トンネル，後者の例として第1紅葉山トンネルの例を述べる。

鬼峠トンネルは延長3,765mで10‰および11‰の片こう配で占冠方に上る単線トンネルであり，中央部820mは信号所設置のため複線断面になっている。地質は図—4に示すように出口寄りに衝上断層（幅480m）があり，当初から強大な地圧が予想された。掘削は昭和41年11月から紅葉山方より開始され，昭和45年3月坑口より2,570mの地点で予想どおり蛇紋岩の破砕帯に出会った。新登川トンネルでの経験から断面は円形に近い馬蹄形とし，支保工150H（ピッチ70cm），吹付コンクリート厚15cmで上半先進ベンチカットで施工することにしたが，上半のみ7m掘進したところ，掘削後3〜4日で支保工が吹付コンクリートもろとも押出され，5〜6日にして右肩部から座屈しはじめ，押出し量は最大1mに達した。そこで新登川トンネルで採用した円形断面ベンチカット方式に切替え，支保工も8in鋼管（中埋モルタル）を使用し，吹付コンクリートも25cmと厚くして施工したが，これによっても吹付後2〜3日から吹付コンクリートのはく離が始まり，8〜9日目から支保工右肩部が座屈しはじめた。再び8in鋼管支保工で縫返しを行い，4〜5日目に下半を閉合させたが，下半閉合後10〜15日目に上半肩部および下半支保工ジョイント部が同時に座屈しはじめた（写真—2参照）。

上半45基，下半26基を進めたが，26基のほとんどが座屈し，内空を確保できない状態であった。そこでより強度のある支保工の必要に迫られ，8in鋼管の中にフープ筋を挿入し，モルタル注入した支保工を開発し，前述区間の縫返しをすることにした。吹付コンクリート厚25cm，内巻コンクリート厚45cmとし，変形余裕を20cmとり，下半を5〜6日で取付けた。

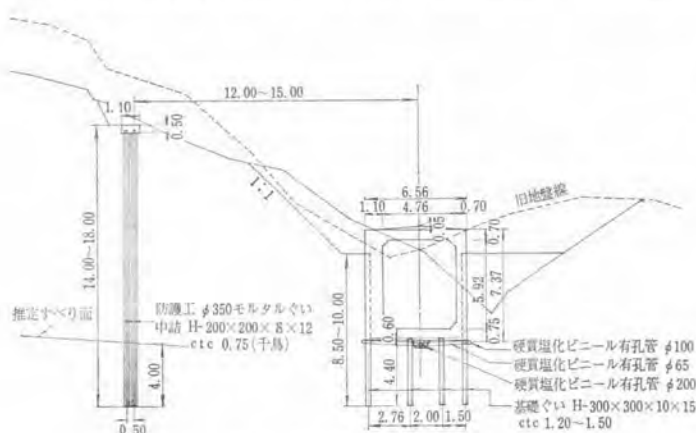
以上の工法により支保工の縫返しもなくなり，日進1〜1.5mの安定した進行が確保でき，この強圧区間（80m）を約1年かかって突破できた。その後も膨圧は続いたので上半ベンチカット工法のままでその都度断面，支保工，吹付コンクリート厚等を変えて昭和47年3月坑口より3,085mの地点で出口より迎え掘りした導坑と貫通し，昭和48年6月本体工事を完了させた。

図—3 32k560m 施工図

表-2(1) 紅葉山線トンネル一覧表

トンネル名	施工業者名	延長 (m)	工法	断面	地質	工期	特記事項	主な使用機械および設備	工費 (百万円)
第1紅葉山トンネル	大林組	1,041.5 (986.5) (55)	底設導坑先進上部半断面 側壁導坑先進上部半断面	特1号形	砂岩，玄武岩，泥岩	S.46.5～48.7	出口付近約 55m 間は地耐力不足 (N値 12 程度) のため側壁導坑先進側壁コンクリート底部拡大インバートコンクリート施工	Rs 85×1, Rs 55×1, ディーゼルロコ 6t×3 バッテリロコ 6t×2, 鉄製トロ 2m³×30, コンプレッサ 100PS×2, 75PS×1, 軌条 22kg/m	550
第2紅葉山トンネル	熊谷組	1,061 (514) (547)	上半先進ベンチカット 底設導坑先進上部半断面	特1号形	泥岩	S.44.7～48.3	泥岩の破砕帯がほとんどで，全区間にわたりりょう盤コンクリートまたはインバートコンクリートを施工した。また，全区間に覆工背面の裏込注入を施工した。	KR 68×1, Rs 85×1, ディーゼルロコ 12t×2, 8t×1, 鉄製トロ 6m³×18, コンプレッサ 200PS×1, 100PS×2, 軌条 30kg/m	441
第3紅葉山トンネル	熊谷組	516	同上	〃	泥岩				229
第4紅葉山トンネル	熊谷組	1,245	同上	〃	泥岩				547
登川トンネル	間組 鉄建建設	5,700 (230) (4,325) (1,105) (40)	上半先進ベンチカット吹付 全断面掘削 底設導坑先進上部半断面 開さく	卵形 特1号形	泥岩 頁岩 れき岩	S.41.8～45.3	坑口付近泥岩破砕帯で軟弱なため基礎ぐい (クロスパイル) 打ち施工	Rs 85×1, Rs 55×1, ディーゼルロコ 10t×4, 6t×2, 鉄製トロ 4.5m³×10, 3m³×15 KR 68×1, Rs 85×1, ME 630×1, バッテリロコ 10t×3, 6t×4, 鉄製トロ 6m³×19, 3m³×5, 軌条 30kg/m	2,075
長和トンネル	西松建設	1,801	底設導坑先進上部半断面	特1号形	泥岩，頁岩	S.41.10～44.10		Rs 85×2, ディーゼルロコ 6t×4, 鉄製トロ 2m³×60, コンプレッサ 100PS×4, 軌条 22kg/m	617
新登川トンネル	鹿島建設 大成建設	5,825 (3,480) (1,166) (1,179)	底設導坑先進上部半断面 上半先進ベンチカット吹付 上半先進ベンチカット	特1号形 円形 特1号形	頁岩 粘板岩 輝緑岩 蛇紋岩	S.41.11～47.3	中央部に約 1,170m の蛇紋岩区間を挟在し，膨圧に苦労したが，新支保工 (鋼管+モルタル注入) を開発し，これを克服した。	大空 800×2, ディーゼルロコ12t×2, 10t×2, 8t×1, 鉄製トロ 4.5m³×28, コンプレッサ 100PS×4, 軌条 22kg/m Rs 85×1, Gs 5×1, ディーゼルロコ 12t×3, 10t×3, 大形ベルコン 750mm×35m, 750mm×48m, 軌条 22kg/m	2,987
第1ニニウトンネル	奥村組	685 (241) (425) (19)	底設導坑先進上部半断面 側壁導坑先進上部半断面 開さく	特1号形	蛇紋岩 頁岩 砂岩 粘土	S.44.9～47.3	坑口付近約 37m は地耐力不足 (10 t/m² 以下) であったので基礎ぐい打ちを施工した。トンネル内は鋼管くい，開さく部分はPCパイル，また側壁導坑区間の上半に一部メッセル工法を採用した。	大空 700×1, 大空 500×2, ディーゼルロコ 6t×2, 鉄製トロ 1.0m³×2, 4.5m³×4, コンプレッサ 200PS×1, 100PS×2, 軌条 30kg/m	434
第2ニニウトンネル	奥村組	262 (192) (70)	底設導坑先進上部半断面 開さく	〃	泥岩 砂岩 れき岩	S.44.9～47.3			100
第3ニニウトンネル	西松建設	966	底設導坑先進上部半断面	〃	砂岩，頁岩，れき岩	S.45.11～47.11		Rs 85×1, Rs 75×1, ディーゼルロコ 6t×6, 鉄製トロ 3.5m³×30, コンプレッサ 175PS×1, 100PS×2	391
鬼峠トンネル	佐藤工業	3,765 (1,265) (1,324) (1,118) (58)	底設導坑先進上部半断面 全断面掘削 上半先進ベンチカット吹付 側壁導坑先進上部半断面	特1号形 (一部複線) 特1号形 円形 特1号形	泥岩，頁岩 砂岩 粘板岩 蛇紋岩	S.41.11～48.6		Rs 85×1, ME 632×2, ME 632×1, 大形ベルコン 750mm×35m, 730mm×28m, ディーゼルロコ 6t×6, 8t×3, 鉄製トロ 3.5m³×34, コンプレッサ 220PS×3, 軌条 22kg/m	2,296
占冠トンネル	戸田建設	467 (263) (204)	底設導坑先進上部半断面 開さく	特1号形	泥岩	S.46.8～48.11		Ps 32×1, バッテリロコ 4t×2, 鉄製トロ 2m³×12, コンプレッサ 100PS×1, 軌条 12kg/m	144

表-2(2) 狩勝線トンネル一覧表

トンネル名	施工業者名	延長 (m)	工法	断面	地質	工期	特記事項	主な使用機械および設備	工費 (百万円)
第1串内トンネル	伊藤組土建	475	底設導坑先進上部半断面	特1号形	泥岩	S. 45.7~46.11		太空 650×1, 鉄製トロ 1.5 m³×15, コンプレッサ 100 PS×2, 軌条 22 kg/m	182
第2串内トンネル	飛島建設	4,225 (200) (3,000) (100) (525) (400)	底設導坑先進上部半断面 全断面掘削 メッセル工法 側壁導坑先進上部半断面 側壁導坑先進上部開さく	特1号形	ホルンヘルス 輝緑岩 黒色千枚岩	S. 42.7~47.3	出口方約1,000mは側壁導坑先進上半工法で施工し，その内さらに出口方400mは洪積層で上部は開さく施工した。	Rs 85×1, バッテリロコ 6 t×5, 鉄製トロ 3.7 m³×25, コンプレッサ 200 PS×2, 100 PS×1, 3デッキプラットフォーム（ジャンボ）, 軌条 22 kg/m	1,477
第2トマムトンネル	岩倉組	65	底設導坑先進上部半断面	特1号形	輝緑岩	S. 46.5~47.9		Bs×1, AMR 250×2	34
第3トマムトンネル	清水建設	1,600 (100) (1,500)	底設導坑先進上部半断面 全断面掘削	特1号形	輝緑凝灰岩	S. 44.9~47.10		Rs 95×1, ディーゼルロコ 12 t×3, 8 t×1, 鉄製トロ 3 m³×30, コンプレッサ 100 PS×3, リフタブルフロアジャンボ1基, 軌条 22 kg/m	542
第4トマムトンネル	鉄建建設	549 (110) (430) (9)	底設導坑先進上部半断面 上部半断面先進工法 開さく	特1号形	砂岩 頁岩 蛇紋岩	S. 45.8~48.8	出口方約 80m は蛇紋岩で，そのうち 9.0m 開さく施工した。この蛇紋岩は他の例のように膨圧はほとんどなかった。	Rs 85×1, バッテリロコ 10 t×2, 鉄製トロ 4.5 m³×8, コンプレッサ 100 PS×1, 軌条 30 kg/m	220
第5トマムトンネル	鉄建建設	1,070 (300) (770)	底設導坑先進上部半断面 同上	特1号形	輝緑凝灰岩 砂岩 頁岩	S. 45.8~48.8	入口方約 300mは良質の堅岩で，ごく軽易な普請で施工できた。	Rs 85×1, バッテリロコ 10 t×2, 鉄製トロ 4.5 m³×14, コンプレッサ 100 PS×3, 軌条 30 kg/m	459

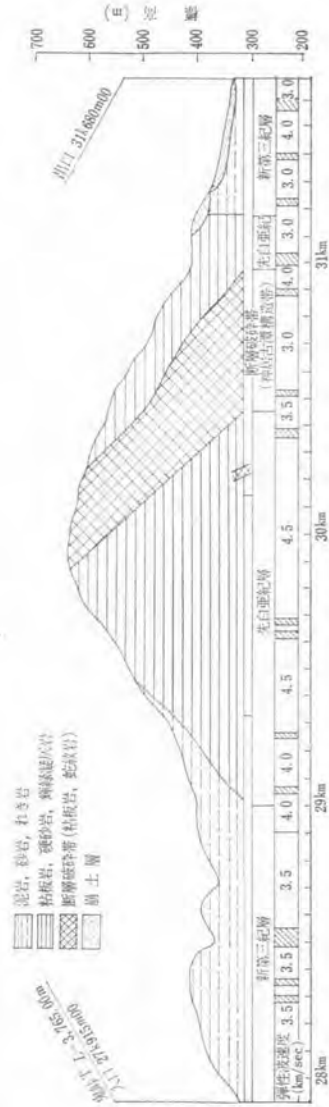



図-4 鬼峠トンネル地質縦断面図

新登川，鬼峠の両トンネルでの経験から膨張性地圧の基本的施工法を以下に述べると，

① 断面は円形あるいは円形に近づける。

② 掘削は上半先進ベンチカットとし，掘削をなるべく中断させない。

③ 掘削後は矢板の使用を極力さけ，なるべく早く吹付コンクリートを施工する。

④ 断面をできるだけ早く閉合させる。

⑤ 支保工あるいは覆工コンクリートに曲げモーメントを極力起こさせないよう覆工背面への注入を十分行う。

図―5 特殊工法断面図（フープ付鋼管支保工方式）

ベンチカット工法は導坑先進工法に比べて断面を早く閉合できること，地山のゆるみを少なくさせる点で望ましい工法である。しかしながら，下半支保工取付までに上半支保工が沈下押出しを受ける欠点を有している。これらに対しては上半支保工の上げ越し，拡げ越し，あるいは上半仮インベートストラット取付等で対処したが，十分満足できるものではなかった。今後これらの点についての改良が望まれる。図―5 に鬼峠トンネル円形断面を，図―6 に工法略図を，表―3 に 8 in 鋼管支保工耐荷試験結果をそれぞれ示す。

第1紅葉山トンネル出口付近 70 m は崖錐帯で線路山側に浄水場および高圧線鉄塔があり，土被りも 2～6 m とうすく，付近のボックスラーメンの根掘りにより鉄塔が傾斜する等地すべりの兆候があった。

地質は図―7 に示すように，基盤は古第三紀幌内層泥岩で，崖錐は粘土，火山灰，粗粒玄武岩のれき等からなっている。N 値は F.L 付近で 12 前後である。このような地質であるので底導先進工法では上半の沈下が相当量予想され，それが地上の構造物へ影響することも考えられた。そこで図―8 に示すようにトンネルはサイロット工法により施工し，トンネル掘削による地山のゆるみが地上の構造物に及ぼす影響を極力少なくするため防護工としてトンネル山側 7 m に 200 H を 1 m ピッチ千鳥に建込むことに決定した。H 鋼の建込みは振動が少ないこと，転石があっても確実に所定の深度まで入れられること，地山とよく密着すること，傾斜地での施工性等を考慮して以下の方法によった。

表―3 φ8 in (216×8.2 mm) 鋼管耐荷試験

区分	軸降伏荷重 (t)	備考
鋼管のみ	130	
中詰鋼管	250	σ_{28}=380 kg/cm²
フープ付鋼管 (5% ひずみ時) (破壊時)	425 750	σ_{31}=260 kg/cm² フープ鉄筋 φ16 mm・ピッチ 32 mm

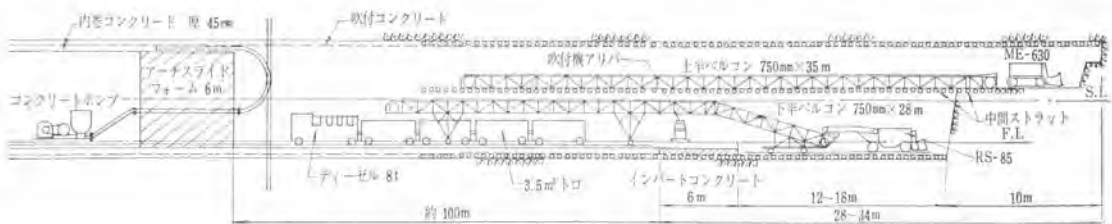
① T.B.M 5 級のボーリングマシンによって φ350 mm の孔をせん孔する。

② 200 H 鋼を 2 本こうを用いて建込む。

③ H鋼の両側にゴムホースを孔底まで降し，モルタルを注入して孔中のベントナイト液と置換える。

④ 全H鋼を建込後頭部を鉄筋コンクリートで連結する。

トンネルの施工は次のとおり行った。サイロット区間は 55 m とし，出口 30 m を閉合後，残り 25 m を施工した。上半の施工は1区間 5 m とし，掘削後ただちにアーチコンクリートを打設した（1サイクル約10日）。

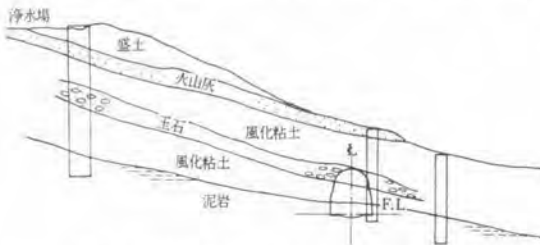
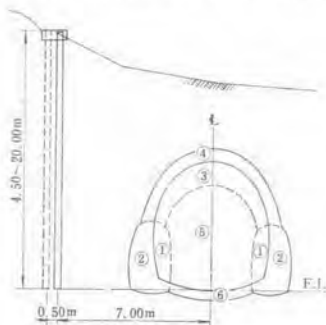
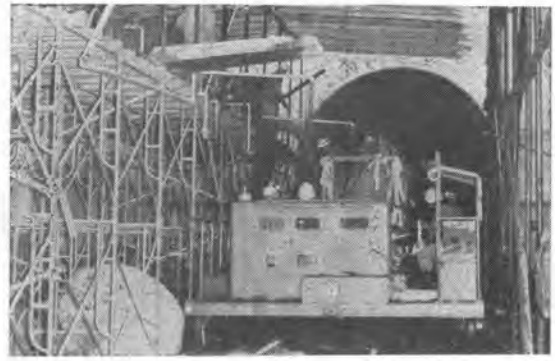
地山はれき混り粘土と泥岩の転石で，掘削は導坑，上半ともピックハンマによるリングカットによった。支保工は，導坑には 125 H（ピッチ 80 cm），上半には 150 H

図―6 鬼峠トンネル坑内設備図

写真―2　支保工座屈状況

写真―3　ミキサけん引車

(ピッチ 80 cm)を用いた。山側の導坑掘削中浄水場からの漏水が毎分約 100 l 程度あり，山側からの地圧も若干あったが大きな事故もなく無事完了できた。地表の沈下は当初予想したより大きく，一例として出口より 20 m 地点のトンネル横断線上の地表沈下の状態を示すと，沈下最大はトンネル中心線上で 37 cm に達し，影響範囲は川側で約 15 m，山側で約 20 m である。また山側 7～8 m の所で沈下が急変していて最大 10 cm もあり，防護工としてのH鋼建込みが一応有効であったと思われる。

7. スラブ軌道

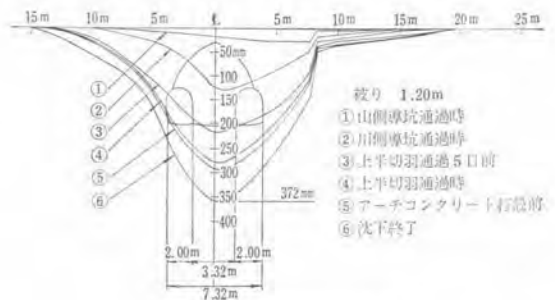
スラブ軌道は軌道のメンテナンスフリーを目的として開発されたもので，幅 2 m，長さ 5 m，厚さ 16 cm のプレキャストコンクリートスラブをあらかじめ打設した路盤コンクリート上に敷き，路盤コンクリートとスラブとのすき間をCAモルタル（セメント，砂，水，アスファルトの混合物）で填充するものである。

図―7　第1紅葉山トンネル出口付近地質横断図

図―8　施 工 略 図

石勝線においても原則として延長 1 km 以上のトンネル（両坑口 150 m を除く）で採用することになった。施工延長は紅葉山線 9 トンネル 20.1 km，狩勝線 3 トンネル 6.2 km である。単線馬蹄形トンネルでの実績例はあまりなく，検討の結果，次の方法によって施工することにした。

(1)　スラブ敷設

狭軌レールを敷設し，坑口に仮置したスラブをトラッククレーン等で担車に積込み，モータカーで敷設位置付近までけん引する。ここで門形クレーンでつり上げ，敷設位置まで手押しで運搬し，取卸す。敷設後レールを逐次軌間 3.2 m に移設する。

(2)　CAモルタルの注入

CAモルタルの材料を計量後坑口付近に設けた足場より台車上のミキサ（容量 1 m³）に投入する。1編成4台のミキサを特別に製作したけん引車（写真―3 参照）によってスラブをまたぐ状態で運搬し，注入する。

以上の工法により昭和 48 年5月より紅葉山線，狩勝線でスラブ軌道工事を同時に開始し，現在順調に進んでおり，今年度中に鬼峠トンネルを除いてすべて完了する予定である。この方法による施工距離の限度はCAモルタルの可使時間，ミキサけん引車の速度等によって左右されるが，ほぼ 6～8 km である。

図―9　横断面地表沈下曲線

大清水トンネルの工事現況

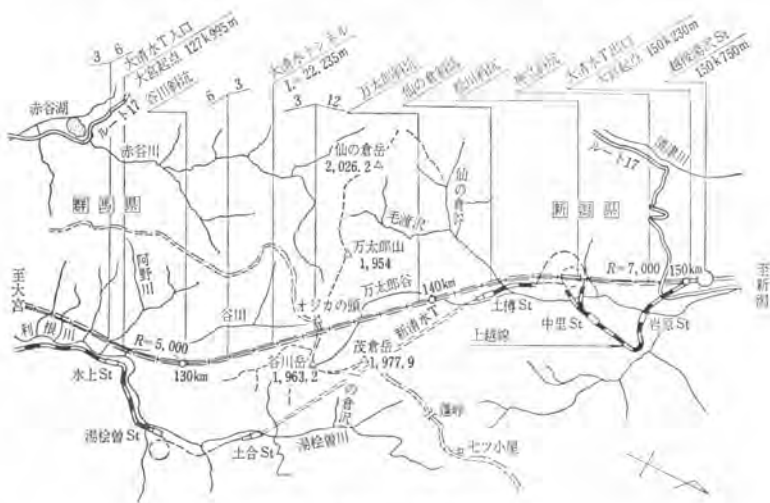
宮 崎 弘*

1. まえがき

上越新幹線工事は昭和46年10月14日運輸大臣の工事実施計画認可により現在は全線にわたって測量，地質調査，用地買収等を行っており，すでに用地買収終了地域においては高架橋工事が着工されている。特に用地買収の不必要である河川工事，トンネル工事等は大部分がすでに着工し，最盛期を迎えている。特に大清水トンネル（l=22.28 km）は山岳トンネルとしては世界最長であり，技術的に上越新幹線の工期を制するものであるので，地形的な制約のため現在6工区にこれを分割して請負工事により施工中である。

2. 地形・地質の概要（図—1，図—2 参照）

(1) 地形および地質

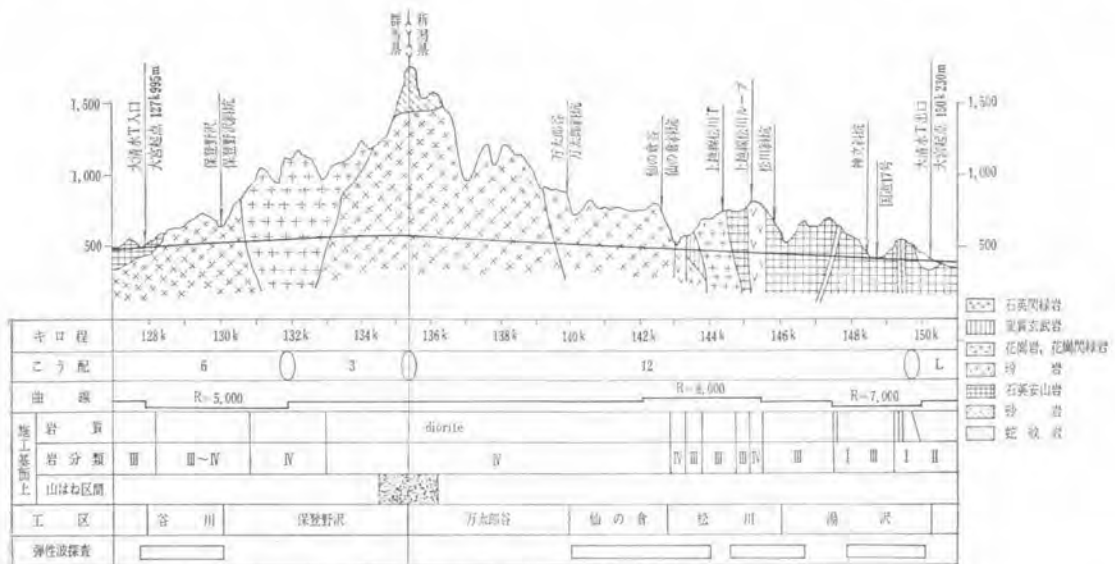
大清水トンネル付近の地形は上越国境の分水嶺である三国山脈があり，谷川岳（1,963 m），一の倉岳（1,974 m），万太郎山（1,954 m）等の2,000 m級の山が連なり，これらを源流として太平洋側には利根川，日本海側には信濃川の支流の魚野川がそれぞれ急峻な峡谷をなして流下している。

地質の概要は図—2のようである。断層については，いくつかの断層破砕帯があるが，規模は大きなものでないと思われる。大部分の地質は非常に堅固なる石英閃緑岩で圧縮強度 2,000 kg/cm^2 前後，まれには 3,000 kg/cm^2 の超硬岩もある。

(2) 山はね

山はねはアルプスのトンネル工事の掘削および清水トンネル，新清水トンネルの掘削中にも発生して相当数の傷害事故を発生させた非常に危険な現象で，今回のトンネル工事でも土被り 1,000 m 以上の区間 1,500 m 程度に発生するものと考えられている。非常に特殊な現象で原因は弾性歪のエネルギーが均質な岩石中に集積して限界に達した際に岩石が飛散して解放されるために起るといわれている。弾性歪のエネルギーは圧縮応力（≒地山の土被り×密度）の2乗に比例する。

山はねの起り方はトンネル面が不整で部分的に応力集中が起りやすい個所で発生する。最終的にはスムーズなトンネル面を形成する。岩石の飛散状況は剥離した片状を呈する。また，発生時期は，掘削直後に大部分は終了するが，まれには数時間～1週間後に起ることもある。これの対応策としては，トンネル掘削面をスムーズに掘削するためスムーズブラスティング工法で掘削を行う。また全断面掘削

図—1 大清水トンネル付近地形図

* 日本鉄道建設公団新潟新幹線建設局次長

図—2 大清水トンネル地質縦断図

ジャンボにプロテクタを設備する。その他鉄製支保工を全面的に行う。

（3） 湧　　水

トンネル掘削においては，湧水は地質の良否と同様に重大なる影響を及ぼす。特に斜坑等によりトンネル掘削する場合には重大なる人命事故等にもかかわることが生ずる。湧水地点と湧水量を的確に把握することは極めて困難であるが，地質構造，地盤の節理，地下水の流水範囲等を事前に調査することによりある程度の湧水量の想定は可能である。トンネルの湧水には浸透水のように長期間に現われる恒常湧水と，大量の水が突発的に現われる集中湧水とに分けられる。特にトンネル掘削で問題になるのは集中湧水である。大清水トンネルでは水温が9°C～12°C 程度の低温であるので，湧水の完全なる排水をしないと労務者の健康に悪影響を及ぼし，欠勤率を増して稼働率を低下し，作業進行に重大な影響が生ずる。また，掘削時には踏元のさく孔，装薬等が困難でサイクルタイムが延長し，ずり出し作業が遅延する等，トンネル掘削の進行に重大な影響を及ぼす。

特に斜坑等では異常湧水またはポンプの故障等により一度トンネルが水没すると坑内の設備機械等の復旧および修理，その他切羽のストップ等により甚大なる被害が発生する。これを防止するために先進ボーリングによる湧水の探知，揚水設備としては余裕あるポンプ設備，予備貯水槽である。当トンネルではポンプ設備は予想恒常湧水量の2倍の容量，予備貯水槽は 20～30 分程度の容量を有するものを設備している。また予備電源としてはディーゼル発電機を準備し，停電に備えている。特に当地は冬期間 3～5 m 程度の積雪があり，雪崩の危険があるので十分な防護設備，特に送電に対して行っている。

なお，各工区の湧水想定量は**表—1** のようである。

3. 本坑の設計

本坑断面は **図—3** のように山陽新幹線（岡山～博多間）および東北新幹線と同一である。曲線用と直線用があるが，直線用は半径 7,000 m 以上のものに適用する。覆工コンクリートは巻厚 50 cm および 70 cm で，特に地質不良個所では巻厚 90 cm としてインバートを考えている。また，下水については，センタードレンを考えている。本坑の掘削は先進導坑上部半断面切拡げを標準工法としているが，地質等の状況により別工法の指定をすることにしており，請負者等の願出により変更したものもある。

次に各工区の掘削工法を略記する。

谷 川 工 区：上半先進タイヤ工法

保登野沢工区：全断面掘削工法

万太郎谷工区：全断面掘削工法

仙 の 倉 工区：底導先進上半切拡げ工法

表—1 各工区の湧水想定量

種別 ＼ 工区	単位	谷川	保登野沢	万太郎谷	仙の倉	松川	湯沢	備考
工事中湧水量	m^3/min	2.8	27.0	29.8	6.5	10.5	3.1	群馬方 29.8,　新潟方 53.8
恒常湧水量	m^3/min	4.4	21.3	20.7	7.2	9.5	2.4	群馬方 25.7,　新潟方 42.9

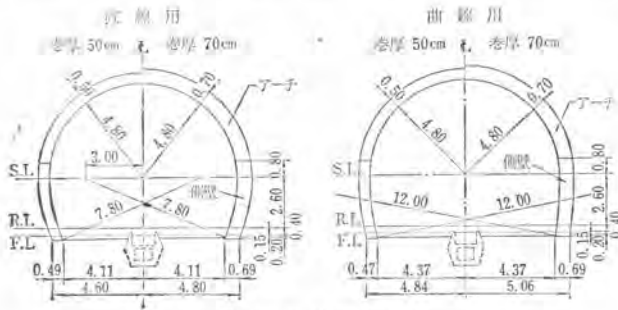
松 川 工 区：底導先進上半切拡げ工法
湯 沢 工 区：上半先進タイヤ工法
のようである。

支保工は鋼アーチ支保工で 200 H, 175 H, 150 H の3ピースを使用している。地質の状況によりロックボルトの使用も考えている。

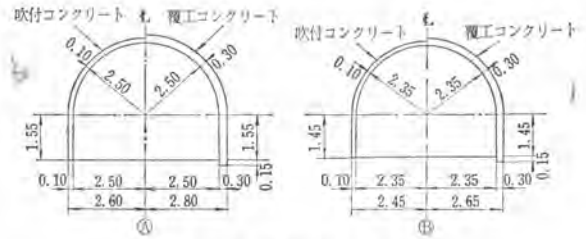
また，コンクリート運搬については，立坑により本坑に落下させて運搬する工区は保登野沢，仙の倉，松川工区であり，直接生コンクリート運搬車により持込む工区は谷川工区，湯沢工区である。さらにドライミックスコンクリートによる万太郎谷工区等がある。以下，各工区の施工法について述べる（**表―2** 参照）。

4. 横斜坑の設計

横斜坑の断面は A, B の2種類とし，A形は工区延長も長く，大口径の排水管，空気管，大形機械の投入の必要な保登野沢，万太郎谷工区，B形はそれ以外の工区に採用した。覆工の巻厚は 30～50 cm とし， 地質良好なる個所は厚 10 cm 程度の吹付コンクリートを施工している（**図―4** 参照）。

斜坑の掘削は全断面で施工した。支保工は 125 H, 150

図―3 本坑断面図

表―2 各工区の施工概要

工区名	谷川	保登野沢	万太郎谷	仙の倉	松川	湯沢
工区延長(m)	2,005	3,600	3,200	2,750	3,300	4,030
未契約延長(m)		1,750	1,600			
斜坑長 傾斜部	横坑 67	425	806	544	302	神立 152　[illegible] 123
斜坑長 水平部		58	138	117	328	36　36
斜坑長 計	67	483	944	661	630	188　159
ずり出し方式	ダンプトラック	ベルトコンベヤ	ベルトコンベヤ	鋼車巻揚	鋼車巻揚	ダンプトラック
コンクリート	レデーミクスト	自家プラント	自家プラント	自家プラント	自家プラント	自家プラント
コンクリート搬入方法	生コン車	投入立坑	(ドライバッチ) ベルトコンベヤ	投入立坑	投入立坑	生コン車
施工業者	鉄建建設	前田建設	大成建設	佐藤工業	鹿島建設	熊谷組
当初請負金額(百万円)	1,975	3,150 (その1)	3,070 (その1)	2,050	2,085	3,305
工期	47.8～50.1	46.12～50.3	46.12～50.3	47.3～50.3	46.12～50.3	47.2～50.3
担当建設所	水上鉄道建設所		湯沢鉄道建設所			

図―4 斜坑断面図

Hを使用した。斜坑のこう配は 1/4 である。本坑のずり出しは斜坑の延長が 300～800 m となり，インクラでの巻揚げでは能率がよくなく，かつ安全管理上問題があるのでベルトコンベヤによるものと設計したが，仙の倉，松川工区は業者の願出によりインクラによる巻揚方式とした。

5. 谷川工区

本工区は大清水トンネルの入口，大宮起点 127 k 995 m～130 k 000 m までの l=2,005 m で，現在の進行は上半で 1,100 m である。

本工区の掘削工法は請負業者の願出により上部半断面先進タイヤシステムである。当工区の岩質は坑口付近が一部変質玄武岩，大部分は石英閃緑岩で，弾性波速度は 3.7～5.5 km/sec の良質のものである。この付近の石英閃緑岩は大清水トンネルの中心部付近の石英閃緑岩よりも比較的やわらかい岩質である。

(1) 掘削工法採用理由

本工区は大清水トンネル入口に位置し，本坑への取付は横坑 l=67 m で簡単に取付くこと，次に横坑口付近が地形上，県道および谷川等にはさまれ，レールシステムの設備が必要とする用地が取得困難であることによる。

(2) 施工概要

横坑断面積は当初設計の内空断面積 12.4 m² であったが，タイヤシステムの採用によりトラックミキサの高さの制限で SL 以下を 1.4 m 長くし，内空断面積を 19.0 m² に変更した。

本工区の着工は当初横坑掘削開始が昭和 47 年 10 月を予定していたが，地元との協議の関係で 12 月に掘削開始し，2カ月の遅れである。その後順調に横坑掘削を完了し，本坑掘削も比較的順調である。ただし，128 k 584 m 付近で延長約 15 m, 約 300 m³ 程度の崩壊事故があり，復旧に1カ月程度を要したが，現在のところ別

段竣工期限等には影響なく，工事が完了できる見込である。

横坑の掘削はトラックジャンボによりさく岩して（レックドリル使用）一気に全延長を掘削し，その後コンクリート巻立を行った。

本坑掘削は上部半断面タイヤ工法の採用により上半ジャンボ（D-95 へビードリフタ9台）で行い，コンクリート巻立は l=15 m のスチールフォームでコンクリートポンプにより打設している。

（3） 施工上の問題点

当工区ではタイヤ工法で片押し延長 2,000 m と長大であり，排気ガスの換気について検討を要する。現状はコントラファン 37 kW×2 台，軸流ファン 15 kW×2 台で 1,101 m まで掘削中である。現在の換気方式ではせん孔，支保工建込作業中は十分であるが，ずり出し中はダンプトラック，ずり積み機（CAT 955）の排気ガスで若干問題がある。今後換気の強化，排ガスの抑制，各種集じん機の使用等の改善を検討中である。

次に坑内排水の問題であるが，レールシステムに比べて相当坑内排水の汚濁が大である。特に群馬県条令により浮遊物質が利根川の当地区では国の基準の 120 ppm が 40 ppm と厳重であり，相当な設備および薬品処理を要する。施工基面の荒廃については十分なる配慮が必要である。

6．保登野沢工区

本工区は 130 k 000 m から 135 k 350 m までの l=5,350 m であるが，その1工事として l=3,600 m 区間を契約している。現在の進行は一応斜坑 l=483 m 間の掘削を終了しているが，一部未覆工区間が地山の膨圧により鉄製支保工 150 H が変状し，巻厚不足の個所が生じたので縫返し中である。

本工区の掘削工法は当局の指示により全断面掘削工法に変更した。国鉄の新幹線複線形のトンネルでは初めてであるが，新清水トンネル掘削で同様な石英閃緑岩で単線の在来線形であるが全断の経験があるので，あえて全断掘削に踏切った。地質は石英閃緑岩約 3,000 m，花崗岩 2,200 m で，一部斜坑交点付近に蛇紋岩，玢岩等がある。大部分は弾性波速度 4.2 km/sec 程度である。斜坑交点付近より県境方向 2 km 程度は谷川工区と同様な地山と想定されるが，それより県境方面は非常に硬い石英閃緑岩である。

（1） 掘削工法採用理由

本工区は昭和 46 年 12 月 8 日契約したものであるが，地元との設計協議が難行し，47 年 7 月頃地元との話合いがつき，それより斜坑口付近が国立公園の重要地区のため環境庁の許可がいるので相当に時間的に遅れて 9 月 25 日に再着手したものである。その結果，月進平均 160 m を確保しなければならない状態になった。また，地山の状態も全断掘削可能と判断し，スピードアップ可能な全断工法に踏切ったものである。

（2） 施工概要

昭和 47 年 10 月より工事用道路および坑外設備に着工し，12 月に斜坑掘削を開始した。斜坑は坑口より 90 m まではショベル積込みのままで坑外まで直接ずり出しを行ったが，それよりは巻揚設備が完成したので 10 m³ スキップによりずり出しを行い，せん孔は当初レックドリル，90 m よりは2ブームクローラジャンボ（D-95×2 台装備）を使用してせん孔した。

現在は斜坑および水平坑部分の掘削を完了したが，一部未覆工で蛇紋岩地帯が変状し，所定の巻厚の確保が困難になったので縫返し中である。坑口より 370.8 m から 385.9 m までの区間の縫返しを 8 月 25 日に行っていたが，同地点より坑口に向って 20 m および 30 m 付近にあった約 300 l/min の水が縫返し地点にまわり，付近の崩壊が生じた。現在は同地点に薬液注入，水抜ボーリング等を行っているが，これらの作業が終り次第縫返しを続行する予定である。なお，本坑の掘削は 21 ブームのジャンボで行う予定である。

（3） 施工上の問題点

斜坑掘削における蛇紋岩地帯であるが，現在のような状況では掘削後直ちに吹付等で1次覆工をなし，順次2次覆工を行う方がよい結果を生むと思われる。今後本坑における蛇紋岩地帯では円形断面に近い断面と吹付工法による1次覆工を掘削直後に行う等慎重なる工法が必要である。また，本坑の全断掘削であるが，若干破砕帯等もあり，この突破には相当な対策が必要である。さらに県境付近の土被り 1,000 m 以上の区間には山はね区間もあり，相当な設備を考えなければならない。

7．万太郎谷工区

本工区は 135 k 350 m から 140 k 150 m までの l=4,800 m であるが，その1工事として現在斜坑 l=944 m，本坑 3,200 m を契約している。現在の進行は一応斜坑，坑底設備が完了し，本坑の全断発進基地を掘削中である。全断の発足は 11 月 8 日の予定で現在鋭意工事中である。本工区の掘削方式は全断面掘削工法である。当工区の地質はほとんどが石英閃緑岩であり，圧縮強度は平均 2,000 kg/cm² 程度で，見掛比重は 2.69，吸水率 0.54～0.64%，ショア硬さ 78～84 である。

（1） 掘削工法採用理由

当工区において全断掘削を採用した理由は，設計協議等のため着工が2カ月ほど遅れたことと，群馬県側の保登野沢工区の着工が7カ月程度遅れたこと，および斜坑掘削が蛇紋岩地帯のため相当遅れている等の理由により少しでも早く新潟県側の掘削を進める必要があり，最悪の場合は群馬県側へ越境して掘削する必要があること，それと同時に，斜坑掘削時の実績からして全断掘削の自信を深めた結果にもよる。

（2） 施工概要

万太郎谷斜坑は上越新幹線のトンネル坑口では一番人里離れた僻地にあるため工事契約と同時に工事用道路の整備に着手し，在来県道の橋梁では負担力が不足するので専用の橋梁を架設し，また，林道の拡幅等を行い，昭和47年8月には斜坑掘削に必要な設備を完了し，斜坑掘削に着手した。その後，順調に斜坑掘削，坑底設備等を完了し，現在は全断掘削の基地の切拡げを施工中である。

斜坑の掘削はヘビードリフタ2ブーム搭載のクローラジャンボ2台を切羽に並列してせん孔を行い，せん孔の芯抜きパターンとしてはコロマント法で行った。これは小断面坑道で長尺せん孔による急速掘進に有効な工法である。火薬の使用実績は 2.5 kg/m^3 程度であった。斜坑のずり積みは 955 L サイドダンプローダを使用し，ずり出しは 6 m^3×2 台のずりトロを 400 IP ウィンチ巻揚げで行った。斜坑内の支保工は 125 H，150 H を建込み，岩質良好な個所では厚 10 cm の吹付コンクリートを行った。覆工巻厚は 30 cm である。

本坑掘削の計画の概要は次のようである。19ブームの全断ジャンボでヘビードリフタ 18 台，芯抜きバーンホール搭載のもので大目節理による余掘りの減少と周辺地山のゆるみの縮少のためスムーズブラスティング工法で行う。また，大きなずりが発生するとクラッシャ以外の小割りが必要となるので小孔径（φ35～38 mm）でせん孔本数を増やす計画である。掘削は1発破 2.25 m，すなわち，2発破で3わく（支保工 150 H，1.5 m）の計画である。

ずりはバケット容量 4.0 m^3 のサイドダンプローダで 15 m^3 トロに積込み，5両編成で運搬し，坑底設備のずりビンに投入，それよりベルトコンベヤで坑外に排出する。過去の新清水トンネルの全断掘削では進行実績が 167 m/月にとどまったが，この原因は，第1に地質が堅固であったが風化節理が極めて発達し，切羽の落石のため全断面同時せん孔が不可能で，下部せん孔を先行して上部せん孔という2段せん孔区間が相当あったこと，第2に切羽の集中湧水（5 m^3/min）によるせん孔作業への影響，第3に山はね現象による退避等があげられる。今回は第1に対してジャンボの中間デッキをスライドさせ，デッキを切羽に接触することにより落石を下部に落下させない，第2には強制排水，第3にはジャンボにプロテクタを設備することにより対応させる。コンクリート打設にはドライミックスコンクリートを考えている。

（3） 施工上の問題点

特にコンクリートにおいてはドライミックスコンクリートを使用するが，わが国のトンネル工事では初めて使用するのものである。この工法の概要は，あらかじめセメント，細粗骨材を計量後混練し，所定の打設個所付近まで運搬し，それより所定の水，AE剤等を加え，ミックスして打設する工法である。当工区では坑外でセメント，細粗骨材を計量混練し，斜坑内をベルトコンベヤで運搬し，本坑内はホッパ車に積替え，バッテリロコで運搬，コンクリート打設個所付近のプラントで水，AE剤等を加えて混練し，コンクリートポンプで打設する計画である。

利点としては，コンクリート運搬中に発生する骨材の分離等を防ぐことができる，また，運搬距離がいかに長大になっても影響が少ない等であるが，欠点もある。最大の欠点は，運搬中におけるセメントの細粗骨材の表面水による水和反応，吸湿等による強度低下，ベルコン等に対する付着等で，今後実用化のためには実物による実験が必要で，現在実験中である。

写真―1 万太郎谷工区坑外設備

8．仙の倉工区

当工区は 140 k 150 m から 142 k 900 m

までの l=2,750 m で，現在の進行は斜坑，坑底設備は完了，導坑上口 438 m，下口 279 m，上半は 185 m である。

本工区の掘削工法は底導先進上部半断面工法である。地質は万太郎谷工区と同様に石英閃緑岩であり，弾性波速度は 4.5～5.0 km/sec である。

（1） 掘削工法採用理由

本工区 2,750 m のうち，地質調査によると一部岩Ⅰの区間があり，また全体として湧水があり，節理の発達した岩質であるので地質変化に順応性がある当工法を採用した。

写真―2　仙の倉工区坑外設備

（2） 施工概要

当工区は地元との協議関係も順調に進み，昭和 47 年 3 月契約と同時に着工し，現在に至っている。

斜坑掘削は万太郎谷工区と同様な段取りで行い，本坑のずり出しはインクライン方式である。コンクリートは φ30 cm の立坑 2 本を掘削し，これより投下して本坑内を運搬する方式をとっている。当工区ではずり積み，ずり運搬等にはいっさい内燃機関を使用していないので非常に坑内の空気は清浄である。

（3） 施工上の問題点

特に問題点はない。

9. 松川工区

本工区は 142 k 900 m から 146 k 200 m までの l=3,300 m で，現在の進行は斜坑，坑底設備が完了し，導坑は上口 86 m，上半掘削 24 m である。また，迂回坑は完了直後である。本工区の掘削工法は底導先進上部半断面工法である。一部蛇紋岩地帯ではショートベンチ工法を採用する。地質は大部分が玄武岩であり，安山岩，流紋岩，玢岩等を含む。斜坑と本坑の交点付近においては一部蛇紋岩がある。この蛇紋岩には粘土鉱物として滑石，モンモリナイト，クロライト，カオリナイト，アンチゴライト等を含有し，膨張性を有している。膨張については定量的な把握は困難であるが，エチレングリコール処理を行った結果では 24% 程度の膨潤性を示した。

（1） 掘削工法採用理由

地質の変化が相当あるので最も地質変化に順応性のある底導先進上部半断面工法，一部蛇紋岩地帯ではショートベンチ工法を採用し，すみやかに覆工を完了して膨圧に対処せしめる。

（2） 施工概要

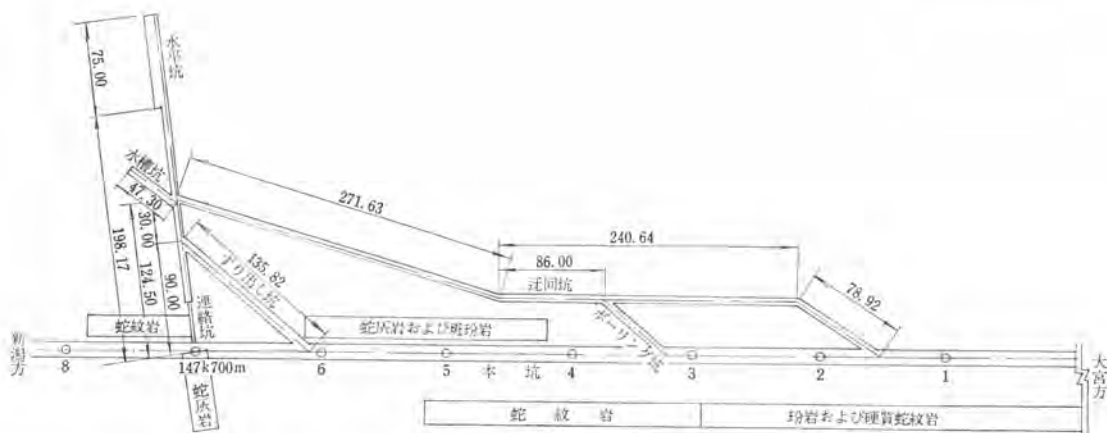
当工区は昭和46年12月契約以来地元協議関係も順調に進み，斜坑掘削は若干問題があったが比較的順調に進み，坑底設備も完了し，本坑掘削に着手したが，蛇紋岩地帯に突入したため導坑支保工の変状が激しくなったので掘削工法を変更し，本坑の断面を円形に近い形にすることにし，ショートベンチ工法に切換えた。なお，工期の関係上迂回坑を **図―5** のように掘削し，切羽の増加をはかった。迂回坑の断面は約 14 m² 程度である。

コンクリートは立坑 φ30 cm×2 本で本坑に投入し，それより本坑内を運搬打設する。

（3） 施工上の問題点

蛇紋岩地帯の掘削は，ショートベンチ工法でまず上半を掘削，250 H の支保工を建込み，直ちに吹付コンクリート 30 cm 厚を施工し，下段を掘削，250 H の支保工を建込み，吹付コンクリート厚 30 cm を施工し，順次 2 次覆工巻厚 70 cm を施工する計画である。この地帯の突破が一番困難で，1 カ月進行 40～50 m 程度になると思われる。

10. 湯沢工区

当工区は 146 k 200 m から 150 k 230 m までの l=4,030 m の工区で，現在神立斜坑 l=186 m，こう配 1/12.5，城平斜坑 l=158 m，こう配 1/8 の両斜坑より掘削を行っている。両斜坑，坑底設備は完成し，上半は神立

図—5 大清水トンネル松川工区工事平面図

斜坑方 1,643 m, 城平斜坑方は完成し，下段を掘削 130 m 程度である。本工区の掘削方式は請負業者の願出により上部半断面先進タイヤシステムである。

地質は変質玄武岩が主体で，表層には火山泥流堆積物が分布している。変質玄武岩はかなり風化が進行しており，粘土をかんだ部分もある。弾性波速度は 3.7～4.4 km/sec 程度である。神立付近は現宇津野川の河川堆積物が延長で約 300 m にわたって相当の深さまで堆積している。この付近の土被りは 10～15 m 程度であるので開さく工法を行っている。

（1） 掘削工法採用理由

本工区では短い緩こう配の斜坑により簡単に本坑に取付くことが最大の原因で，また新幹線断面では上半部を覆工した場合でも内空断面が 36 m² (R=4.8 m の 1/2 円）と広いためずり出しに大形ダンプ（11 t）の使用が可能なためである。

（2） 施工概要

本工区は非常に順調に地元協議等も完了し，すでに上半掘削は 73％ 程度の進行である。本坑掘削は神立側は東洋工業ガントリー形ジャンボ 8 ブームでライトドリフタ 8 基搭載，城平方は 8 t トラックに昇降可能なデッキを付けたもの 2 台を準備し，これを足場として併列せん孔した。

（3） 施工上の問題点

施工上の問題点は谷川工区と同様で，換気，施工基面の荒廃，排水の汚濁，地質の急激な変化に対する対応性が底導先進工法より問題である。

11. む す び

以上，非常に簡単に大清水トンネルの現況について述べたが，現在のところ大部分の工区はようやく本坑掘削にかかったところである。今後相当な難工事が予想されるが，掘削機械の近代化により一層の省力化をはかり，事故もなく 51 年度上越新幹線の開通に努力する覚悟である。

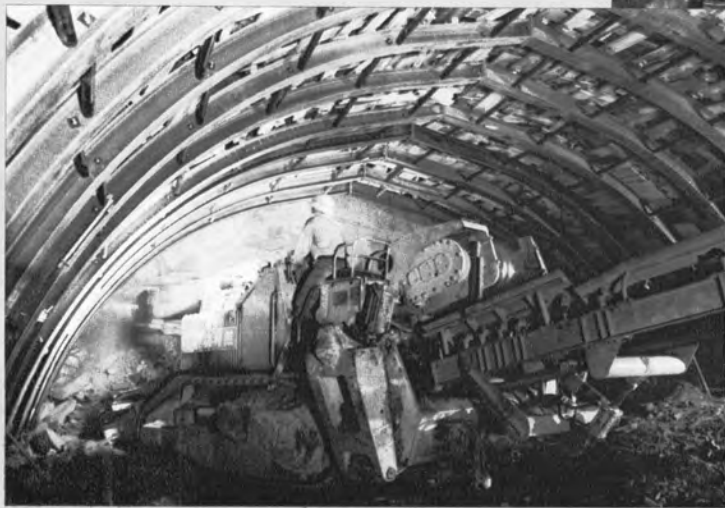
本格化した上越新幹線建設工事

上越新幹線は全国新幹線鉄道整備法により東北，成田新幹線とともに昭和46年度着工し，その本工事は昭和51年度完成をめざしていよいよ本格化してきた。これは大宮～新潟間約270kmを1時間30分で結ぶもので，時間と距離を大幅に短縮し，国土の総合利用，経済基盤の強化と地域開発の促進をはかる整備法の一端を担うものである。この上越新幹線には山岳トンネルでは世界最長の大清水トンネル（約22.3km）をはじめ榛名トンネル（約14.4km），中山トンネル（約14.7km）など，いずれおとらぬ長大トンネルがある。新幹線はルート選定に際し直線を原則として採用し，高速性の維持をはかっているが，特に上越新幹線は雪害対策の面からも“モグラ化”の傾向が強く，トンネルは延べ103kmにも及び，全長の約38%を占めている。トンネル工事はほとんどの工区を発注済みで，用地に問題のある明り区間の工事（高架橋）も一部で本格化している。特にトンネル工事は在来工法によるスピードアップ，コストダウン，軟岩トンネルの施工法および施工機械，異常湧水対策などの技術開発問題と取り組むとともに，工事による排水公害，ダンプ公害，渇水対策など社会的問題を解決しながら建設工事の本格段階を迎えたわけである。

（日本鉄道建設公団提供）

▲九日町高架橋（上越新幹線第１号の複線２柱式ＲＣラーメン高架橋）大宮始点176 k 773 m ～177 k 747 m 雪害対策実験線区

▲散水（温水）方式によるスラブ軌道の消雪
（九日町高架橋上において）

▲魚沼トンネル（8,624 m）北工区坑口付近

◀ロードヘッダMRH-S 90による上部半断面掘削（魚沼トンネル北工区）

▼六日町トンネル（5,020m）寺尾工区
サイロット導坑の切羽付近

▲六日町トンネル北工区
サイロット工法と全断面
開削工法の境界付近
（大宮始点175k000m）

▲湯沢トンネル（4,440m）北工区上部半断面部作業現場

▲大清水トンネル仙の倉工区（2,750m）
仙の倉斜坑（662m）底より本坑を見る

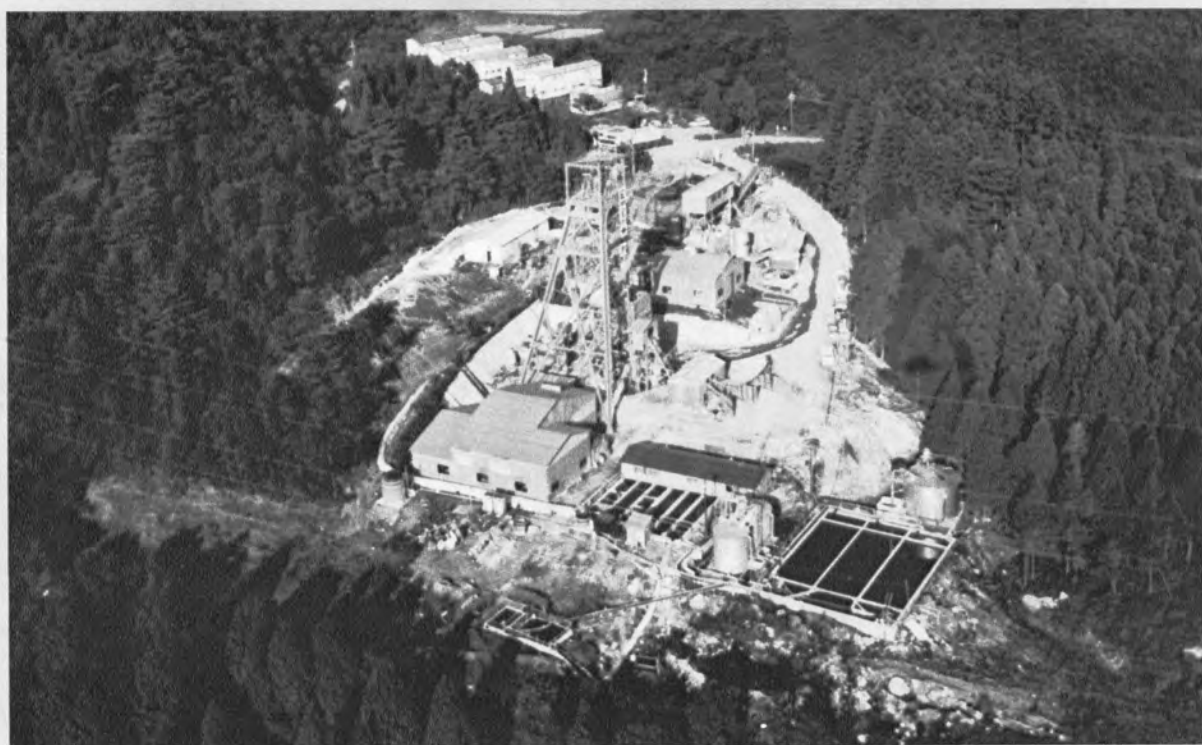
▲大清水トンネル仙の倉工区
上部半断面切羽付近（ドリルジャンボ後方より）

▲大清水トンネル松川工区（3,300m）
松川斜坑（632m）坑外設備

◀大清水トンネル松川斜坑底付近

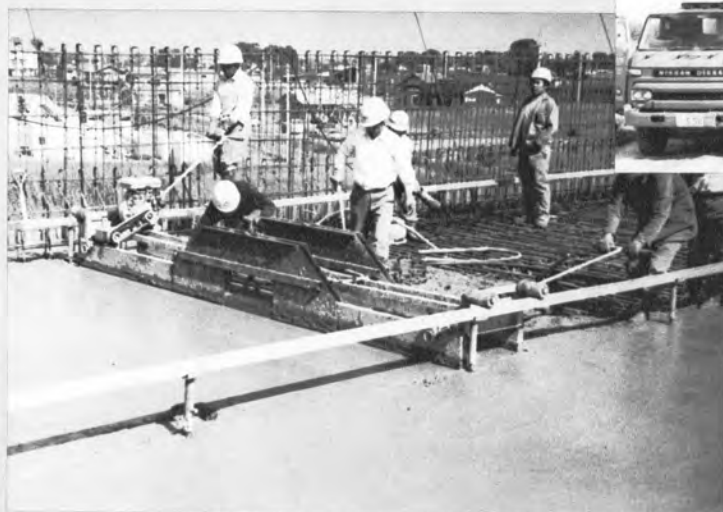
大清水トンネル万太郎谷工区
坑底のずりびん▶

▲大清水トンネル保登野沢工区（3,600m）
2ブームクローラジャンボによる
斜坑（483m）せん孔作業

▲月夜野トンネル（6,470m）森原工区
森原横坑と本坑（サイロット工法）との交差部付近

▲中山トンネル四方木立坑（370m）坑外設備

▲榛名トンネル（14,350ｍ）御蔭工区坑外設備

◀榛名トンネル御蔭工区
御蔭斜坑（360ｍ）切羽250ｍ付近の湧水（3ｍ³/min）

▲人見地区壁式高架橋（l＝95ｍ）
生コンクリートの搬送
（大宮始点47ｋ000ｍ付近）

◀人見地区壁式高架橋の
床版コンクリート仕上げ作業

T.B.Mによる
休山配水トンネルの施工実績

戸田義郎*
住吉康伸**
諸本洋一***

1. はじめに

呉市における今期上水道拡張事業には2万 m³ の有効容量をもつトンネル配水池の築造が主要工事に含まれている。この施工にあたっては，一方の坑口から 450 m の山腹斜面に人家が密集しており，昭和 43 年に本計画とほぼ同一線上に築造された県営太田川東部工業用水道の配水トンネル施工の際，発破による公害が発生した実例があるうえ，一部に急傾斜崩壊危険指定区域があり，振動による崩壊の危険があるとして地元住民との交渉も難渋した。加えて本トンネルの西坑口である宮原浄水場の西部および北部には国立呉病院や学校が隣接しているという環境等の理由で振動や騒音公害の大きい発破工法は断念せざるを得なかった。このような状況から（経済的および地質的に多少難点があったが）トンネルボーリングマシン（T.B.M）工法に踏切ったわけである。

2. 工事概要

（1） 地質および工事概要

休山は標高 300～500 m の三津峰山，休山等の山峰が北東から南西に連なる国立公園地帯であり，本トンネルは標高 8～80 m でこれを東西に貫通する 2,340 m の送配水トンネルである。

図－1　休山トンネル地質分布図

図－2　トンネル標準断面図

地質的には，広島県南部から岡山県にかけてわが国最大の連続貫入岩体である広島花崗岩類が基盤をなし，これらの花崗岩が未だ冷却しきれない時期に併入したと見られる花崗斑岩の岩脈（普通音戸貫入岩体と呼ばれる）が南北の向きに並走しており，大別して花崗岩類と斑岩類に分類される。

花崗岩類には淡紅色のカリ長石が目立ち，風化に弱い粗粒花崗岩（Ⅱ形）と，そのわりには風化の進んでいない中粒黒雲母花崗岩（Ⅰ形），さらに岩石自身は新鮮で堅硬で亀裂，節理等の分離面を多く含む細粒花崗岩および優白緻密な半花崗岩があり，この花崗岩類はトンネルの約7割を占め，残りは非常に堅硬で風化作用に強く，また亀裂，節理等の分離面も少ない花崗斑岩類である。

トンネルは延長 1,706 m のトンネル配水池（有効容量2万 m³），550 m の送水管トンネル，その他接合井，検査坑等 84 m，計 2,340 m からなり，送水管トンネルは落差 20 m の立坑によりトンネル配水池の接合井につながる。トンネル配水池は民家のないこと，堅硬な斑岩類が多いことなどの理由で東坑口より発破工法を採用した。

本報告は西坑口から 550 m の送水管トンネルを T.B.M で掘削したものである。岩質は比較的やわらかい（圧縮強度 200～1,200 kg/cm²）粗粒花崗岩が主であるが，坑口から 300 m 前後には表面からの試掘で 1,780 kg/cm²

* 呉市水道局企業管理者
** 呉市水道局工務部拡張課長
*** （株）熊谷組広島支店休山作業所長

を記録した花崗斑岩の貫入部分があり，この部分の可否について工法決定の際にもかなり懸念され，事実後述のトラブルやカッタリングの摩耗が激しかったが，何とか切抜けることができ，今後の改良と相まって非常に硬い花崗岩地帯でも T.B.M の採用が期待される。なお，この送水トンネルは昭和47年11月27日に機械を搬入し，12月15日から掘削を開始し，昭和48年4月16日完了した。

（2） 機械設備

（a） トンネルボーリングマシン

休山送水管トンネルに使用した T.B.M は小松ロビンス TM 350 G-1 で高速掘進用としてカッタヘッドモータ容量を 100 kW×4 台，油圧装置の最高使用圧を 350 kg/cm² とし，グリッパの移動速度を大きくした。

各部の構造は大別するとカッタヘッド，カッタヘッドサポート，カッタ，メインビーム，グリッパ，サポート，オペレータキャビン，後続台車より成っている。

（b） 電動式シャットルカー（20 m³）

前述の公害対策から当初はエアを動力としたものであったが，大形の電動式シャットルカーを開発製作し，工事の促進および騒音減少をはかった。

（c） ずり放出コンベヤ

シャットルカーから放出したずりを幅 750 mm の高速ベルトコンベヤで放出，ストックする。

（d） バッテリ機関車（12 t）

（e） 換気用コントラファン（φ600 mm）

（f） ガスレーザ

なお，主な機械の仕様を表―1～表―4 に示す。

3. 施工概要

（1） 掘削準備

T.B.M 組立用として 10 m×20 m の敷地を坑口に造成し，他に 30 t トラック2台および最大 30 t トレーラを収容できる組立ヤードを作成した。トンネルは坑口から 15 m までを山岳工法で掘削覆工してこれを T.B.M 発進基地とした。

写真―1　国立病院隔離病棟

表 1　小松ロビンス TM 350 G-1 仕様

掘削径	3,500 mm	カッタヘッド回転数	6 rpm
全長	11,700 mm	カッタ数	トリコンカッタ 1 ディスクカッタ 26
推進ストローク	1,100 mm		
最大推進速度	120 mm/min		
推力	370 t (185 t×2)	総重量	110 t
グリッパ押付力	520 t	電源	3相交流 6,600 V/3,300 V 60/50 Hz

表―2　電動シャットルカー仕様

全長	24,700 mm
出力	22 kW
重量	22.5 t

表―3　コントラファン仕様

風量	400 m³/min
静圧	300 mmAq
出力	15 kW×2

表―4　バッテリ機関車仕様

けん引力	定格 1,850 kg
重量	12.3 t

基地の掘削および覆工中に坑外では充電設備，支保工等の機械荷卸し設備，ずり放出コンベヤの製作据付を行い，T.B.M シャットルカーの動力源として高圧受電設備を併設した。

なお，坑外施設には充電設備，ずり出し設備，材料荷卸し設備，給水設備，汚水処理設備，受電設備，T.B.M 組立ヤード，カッタ修理工場，機械搬入路等がある。

（2） T.B.M の組立

運搬および組立の個々の姿はカッタヘッド，メインビームおよびグリッパ，ベルトコンベヤ，オペレータキャビン，後続台車，その他の機器に分け，30 t トレーラ2台，10 t トラック6台で運搬し，30 t トラッククレーン2台で現地組立を行った。

（3） 掘進状況

組立完了後発進基地に引込み，掘進に移ったが，地山は真砂の締まったもので比較的安定しており，作業は順調であったが，1ストローク1列車でずりを排出できる機長約 25 m のシャットルカーを使用できる距離をとるまでドーザショベルおよび 12 m³ シャットルカーでずり処理を行ったため，ずり処理時間が全体の 20% 弱に及んだ。

また，坑外のずり運搬は騒音の関係で夜間作業は全面的に禁止し，したがって，掘削も日中だけに限られた。

坑口より 70 m の地点は地上までの土被りが 11 m で主要県道が走り，また，急傾斜崩壊危険区域に指定されていて振動や地盤沈下が心配されたが，地山をまったく荒らさない T.B.M 工法は H-125×125 の支保工とともに完全な安全性を発揮して通過した。これらは地下水の刺激が少ないことと併せて T.B.M のもつ特徴といえる。170 付近から硬質の花崗岩となり，250 m からは圧縮強度も完全に 1,000 kg/cm² を越え，カッタの消耗が激

しくなった（表—5 参照）。

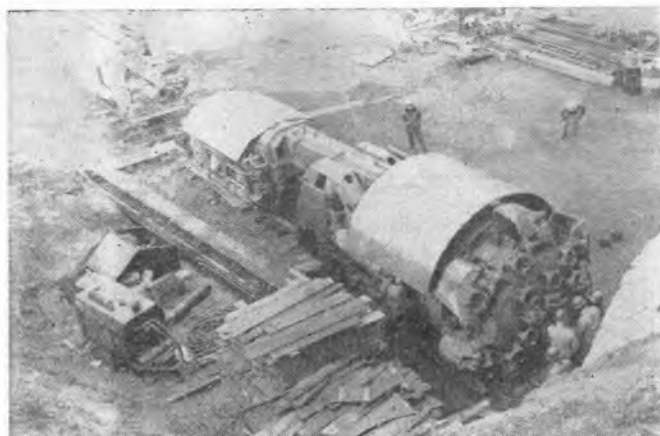
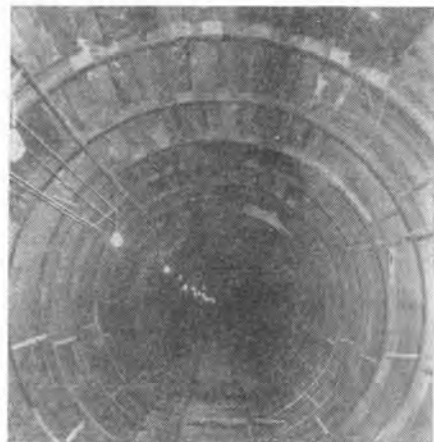
硬質の細粒花崗岩または花崗斑岩の場合，本機の特徴である高速掘進をするためのスラスト圧は 350 kg/cm² にできるが，カッタの消耗と機械本体の振動からカッタハブの破損をも招き，修理交換に多大な時間を要したので最も経済的なスラスト圧を 200～230 kg/cm² と定め掘進したが，280 m 以後はストローク当りの時間に多少の増大は見たものの，全体の稼働率は 30% 以上となった。

これは亀裂のある岩石は比較的よいが，亀裂の少ない場合，スラスト圧による強力な圧砕力が必要であり，粉塵の発生，カッタの破損のほか，機械の振動から起る電気油圧系統の各部のゆるみ，損傷が頻繁に発生し，トラブルの大きな原因となったからである。

掘進中，硬岩の中にときどき軟弱層が現われ，これがグリッパをすべらせるため蛇行の大きな原因となった。蛇行のもう一つの原因には 1,000～1,600 kg/cm² の硬岩推進の場合，粉塵が非常に多く，切羽側ターゲットにレーザ光線がとどかないことがあげられる。この粉塵はコントラファンによる換気と T.B.M 装着の集塵装置では処理しきれず，圧力水を噴射したりしたが，わずかな効果を得たに過ぎず，この種の問題はその都度できる限り改良してきたが，現場での改良には限度があり，作業環境の特殊性から工場での改良に待つ以外にない。また，換気風管の吐出口は国立病院や浄水場の汚染を考え，坑口前の排水蓋渠の中に挿入し，不純物を除去した。

写真—2　20 m³ シャットルカーずり出し状況

(4)　T.B.M の実績

掘進状況で述べたように，短い施工区間のわりには種

写真—3　T.B.M 350 G-1 組立状況

写真—4　掘削後の状況

写真—5　圧縮試験用コア採取（コアイット）

写真—6　偏摩耗したディスクカッタ

A—A' 断面　T.B.M. 発進基地　2,400　5,000　R=1,900　600
B—B' 断面　R=1,400　3,500　350

凡例
表土　真砂
風化軟岩～軟岩　中硬岩　｝粗粒花崗岩

EL. 100.00　EL. 48.00　EL. 50.00　14.800　18%　T.B.M. 施工区間 537.600　552.400　EL. 57.85　花崗斑岩帯　河川

追加距離 (m)	土被り (m)	岩質名称	岩石圧縮強度 (kg/cm²)	スラスト圧 (kg/cm²)	1ストローク所要時間 (min)
0～150	5, 23, 11, 11, 30, 40, 48, 51	風化花崗岩（風化軟岩～軟岩）	200～600	60～120	20～30
150～170	46			70～120	25～35
170～240	55	風化花崗岩（軟岩～中硬岩）	800～1,300	110～160	25～35
240～265		花崗斑岩（硬岩）	1,200～1,600	220～250	75～110
265～305	75	花崗岩（中硬岩～硬岩）	1,200～1,600	200～220	75～110
305～330	80	（軟岩～中硬岩）		120～150	30～40
330～390	53	花崗岩（中硬岩）	1,000～1,300	180～200	55～75
390～440	82	花崗岩（中硬岩～硬岩）	1,200～1,600	200～220	55～75
440～460				100～200	30～35
460～510	90	花崗岩（硬岩）	1,200～1,600	200～230	60～100
510～553	100, 100	花崗岩（中硬岩～硬岩）	1,000～1,500	140～220	45～110

上下蛇行量 (cm)：下4.5, 5.0, 上4.5, 7.0, 上4.0, 12.0, 上9.5, 上3.0, 上7.0, 7.0, 上5.0, 5.5, 8.0, 上2.0, 下3.5, 上2.5, 上0.5, 上1.0, 上8.5, 上1.5, 下1.7, 上2.5, 5.5, 上5.0, 上8.0, 上7.7, 13.5, 20.5, 23.2, 上15.5, 下1.5, 上1.5, 下1.1, 上1.3, 下0.5, 上1.8, 下2.8, 上3.5, 上2.4, 上3.0, 下2.0, 下2.1, 上4.5, 下3.0, 0, 下1.5, 上4.5, 下2.2, 上1.0, 下2.3, 下3.4, 上1.2, 上1.5

左右蛇行量 (cm)：右11.0, 左11.0, 左4.0, 右4.0, 左6.0, 左2.0, 左1.0, 左1.5, 左5.5, 左2.5, 右4.0, 左5.0, 左6.0, 右4.0, 右10.0, 右3.5, 右7.5, 左1.0, 右9.0, 右10.5, 右1.5, 右14.5, 右4.0, 左5.5, 左16.0, 左3.5, 右14.0, 右0.7, 右21.0, 右32.6, 右23.5, 右3.0, 右3.5, 右1.2, 右7.6, 右5.7, 右3.8, 左3.0, 右7.6, 右3.0, 右11.0, 左2.7, 右14.8, 右16.6, 右4.7, 左5.2, 右6.2, 右5.0, 左14.8, 左13.3, 右9.9, 右9.0, 右4.6

進行：12/5～12/29 50.3m/月；1/7～1/31 169.5m/月；2/1～2/28 91.8m/月；3/1～3/31 151.6m/月；4/1～4/16 74.4m/月

摘記：
- 著しく風化し，天端が幅1.5m高さ0.6m程度崩壊する。(赤色)
- 節理の多い新鮮硬岩層（茶色）
- 軟岩地帯となり，天端も硬くなり崩壊しなくなる。(赤色)
- 青色の岩層となり亀裂が多いため掘削は速い。多少の湧水あり。
- 青色粘土質となり天端が崩壊する。切羽が硬くなる所でグリッパがスリップする。
- 粗粒花崗岩帯であり赤味を帯びている。210～240m付近に湧水あり。
- 硬い新鮮な岩層となる。253～256mに湧水あり。モータプーリ故障のため3日休止。
- 花崗斑岩帯で非常に硬く，スラスト圧300kg/cm²で掘進中カッタハウジング破損のため4日休止。
- 新鮮で硬く亀裂のない花崗斑岩が続く。280mに湧水あり。
- 赤味を帯びた岩層になり，多少軟らかくなる。右側方向に蛇行する。
- 340mで赤味を帯びた岩層が右方向に消え，後から多少赤味が混じる白色系の花崗岩で新鮮である。343～346mに湧水あり。
- 白色の亀裂のない新鮮な岩で硬い。390m，400m，428mに湧水あり。
- 赤味を帯びた岩層で多少軟らかい。左側に蛇行する。450mに湧水あり。
- 白色の新鮮な花崗岩　512～516m左側に湧水あり。
- 新鮮な白色の花崗岩でカッタが右側に蛇行する。540m付近から赤味の花崗岩となる。

図—3　地質縦断および作業実績一覧

表—5 カッタ交換表

月 日	1月 9	16	2月 1	12	13	15	16	21	22	23	24	25	28	3月 1	2	3	5	6	7	8	12	13	14
岩石圧縮強度	200~1,000		1,000 ~1,500	1,500~2,000										1,000~1,500							1,500~2,000		
カッタ交換数	3	15	10	26	6	2	3	5	3	3	3	8	4	2	6	4	トリコン1 2	8	8	8	4	26	5

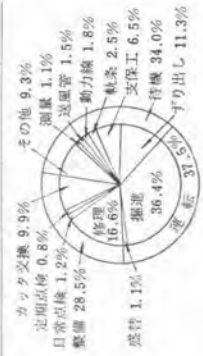
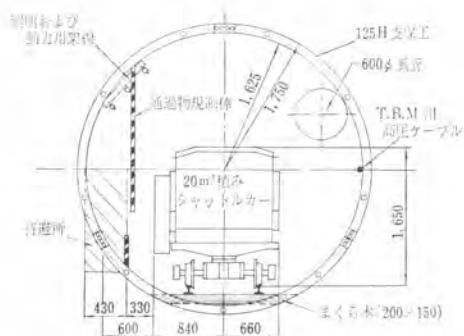
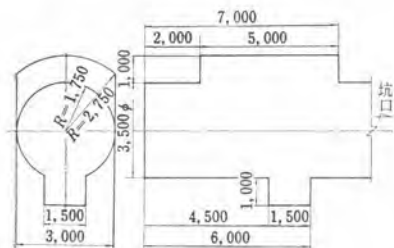
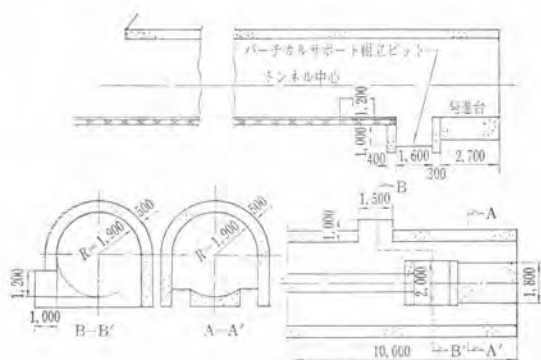
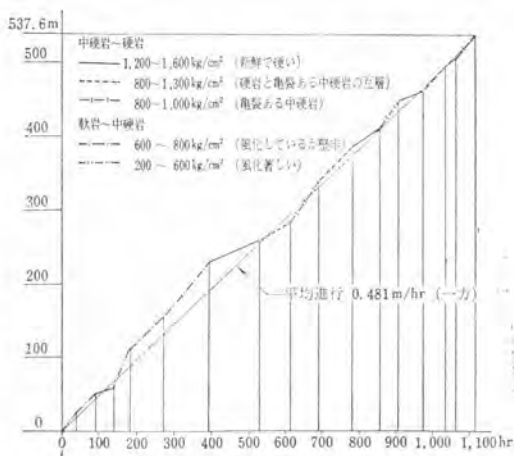
月 日	3月 15	16	18	19	20	22	23	24	25	27	28	29	30	31	4月 2	4	7	8	10	14	15	計
岩石圧縮強度	1,500~2,000								1,000~1,500			1,500~2,000									1,000 ~1,500	
カッタ交換数	6	7	トリコン1 3	4	1	2	14	3	3	2	2	4	13	3	3	3	5	22	3	6	6	トリコン2 273

表—6 T.B.M 作業時間内訳表

（下段は%を示す）

年月	作業日数	掘進 ストローク数	掘進 月進(m)	掘進 累進(m)	支保工 日計(基)	支保工 累計(基)	整備 日常点検	整備 定期点検	整備 カッタ交換	整備 修理	整備 計	運転 掘進	運転 盛替	運転 計	待機 ずり運搬	待機 支保工建込	待機 軌条	待機 送風管	待機 動力線	待機 水管	待機 測量	待機 その他	待機 計	合計	平均日進(一方)
47.12	12	92	50.3		40		4°-24′ 4.0			19°-45′ 17.8	24°-09′ 21.8	22°-24′ 20.2	8°-32′ 7.7	30°-56′ 27.9	7°-27′ 6.7	24°-54′ 22.4	4°-05′ 3.7				0°-30′ 0.5	18°-58′ 17.0	55°-54′ 50.3	110°-59′ 100.0	4.2m
48. 1	25	284	169.5	219.8	105	145	5°-16′ 2.1	4°-15′ 1.7	9°-30′ 3.7	18°-20′ 7.2	37°-21′ 14.7	79°-54′ 31.4	3°-20′ 1.3	83°-14′ 32.7	46°-57′ 18.5	23°-45′ 9.3	7°-55′ 3.1	13°-55′ 5.5	6°-30′ 2.6	0°-35′ 0.2	1°-45′ 0.7	32°-24′ 12.7	133°-46′ 52.6	254°-21′ 100.0	6.8
2	27	83	91.8	311.6	59	204	1°-18′ 0.5	0°-10′	40°-05′ 15.1	67°-34′ 25.4	109°-07′ 41.0	94°-41′ 35.6	0°-09′	94°-50′ 35.6	15°-09′ 5.7	11°-25′ 4.3	3°-25′ 1.3	0°-20′	5°-00′ 1.9	0°-20	4°-55′ 1.9	21°-49′ 8.2	62°-23′ 23.4	266°-20′ 100.0	3.4
3	31	151	151.6	463.2	102	306	1°-35′ 0.5	4°-30′ 1.4	46′-20′ 14.0	61°-10′ 18.5	113°-35′ 34.4	131°-10′ 39.7	0°-20′ 0.1	131°-30′ 39.8	32°-20′ 9.8	10°-20′ 3.1	7°-25′ 2.2	0°-50′ 0.3	8°-30′ 2.6		4°-50′ 1.5	21°-05′ 6.4	85°-20′ 25.8	330°-25′ 100.0	4.9
4	15	79	74.4	537.6	40	346	1°-10′ 0.7		14°-50′ 9.5	18°-40′ 12.0	34°-40′ 22.2	78°-45′ 50.6		78°-45′ 50.6	24°-45′ 15.9	1°-35′ 1.0	5°-00′ 3.2	2°-00′ 1.3				9°-00′ 5.8	42°-20′ 27.2	155°-45′ 100.0	5.0
計	110	689	537.6		346		13°-43′ 1.2	8°-55′ 0.8	110°-45′ 9.9	185°-29′ 16.6	318°-52′ 28.5	405°-54′ 36.4	12°-21′ 1.1	419°-15′ 37.5	125°-38′ 11.5	71°-59′ 6.5	27°-50′ 2.5	17°-05′ 1.5	20°-00′ 1.8	0°-55′	12°-00′ 1.1	103°-16′ 9.1	379°-43′ 34.0	1,117°-50′ 100.0	4.9

（注） 1. 掘進時間とはカッタヘッド回転時間をいう。
2. 整備時間は T.B.M 本体および後続台車の整備時間である。
3. ジャットルカーおよび坑外ベルトコンベヤの修理はその他に含む。
4. ずり運搬は 12/15~12/17 までドーザショベル，12/21~1/27 まで 12 m³ 積シャットルカー，1/28~4/16 まで 20 m³ 積シャットルカーで行った。
5. 作業日数は上記項目に該当する場合の日はすべて含む。

カッタ交換 9.9%
定期点検 0.8%
日常点検 1.2%
整備 28.5%
修理 16.6%
盛替 1.1%
掘進 36.4%
運転 37.5%
その他 9.3%
測量 1.1%
送風管 1.5%
動力線 1.8%
軌条 2.5%
支保工 6.5%
待機 34.0%
ずり出し 11.3%

図—4　T.B.M 掘削坑内設備

図—5　T.B.M 坑内解体室

図—6　T.B.M 350 G-1 坑内組立設備

図—7　時間進行図

々の曲折があり，立地条件でも困難が多かったが，これらを克服しながら施工した実績および設備等を図—3～図—7 および 表—5，表—6 に示す。

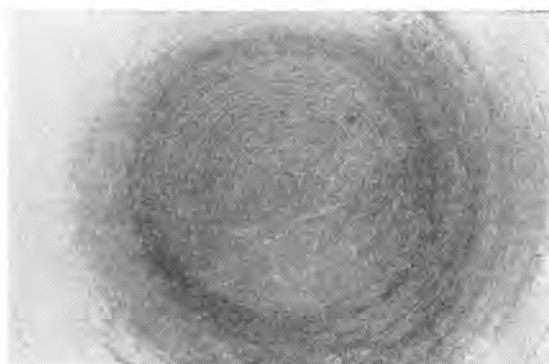
(5) 測　　量

測量はアメリカ製スペクトラフィジックスレーザ照準器を天端岩盤に固定（写真—8 参照）し，T.B.M に取付けた2個所のターゲットにレーザビームをあて，機体の上下，左右を修正する。照準器は約 50 m ごとに設置した坑内基準点により取付けられ，進行 100 m ごとに移動した。

4. T.B.M の振動および騒音

県立呉工業試験場の指導と協力を得て地盤振動と騒音の測定を行った。図—8 および 表—7，表—8 に測定位置およびその結果を示す。

表—9，表—10 は T.B.M の振動測定時に通過した車両による地盤振動を参考にあげた。地質および土被りの深浅により多少の差異はあるが，軟弱地盤で土被りが 11 m ぐらいの所でも振幅は 1 μ 程度で，近隣住民は振動をまったく感知しないうちに掘削が完了している。

騒音については，工事初期，シャットルカーの動力源がエアのためディーゼルコンプレッサを使用したので病

写真—7　カッタ軌跡

写真—8　スペクトラフィジックス社製レーザビーム

表—7 T.B.M による地盤振動

測点	振幅 (μ)	加速度 (gal)	速度 (m/sec)	周波数 (Hz)	備考
①	1.20	0.93	0.11	14	坑口より 38m・土被 14.5m
②	1.08	1.23	0.12	17	〃 62.5m・〃 11.5m
③	0.60	0.51	0.04	13	〃 108m・〃 40.0m
④					〃 241m・〃 66.6m

表—8 工事前および工事中の騒音レベル（単位：ホン（A））

測定場所	暗騒音	工事初期	動力源変更後
① トンネル入口より 30 m 以内		63	63
② トンネル入口	53	91	86
③ アパート側境界	62	65	64
④ 宮原県道	64	68	64
⑤	50	58	56
⑥	53	65	58
⑦ 病院側境界	52	71	53
⑧	48	55	54

表—9 車両による地盤振動（測点 2）

通過車両	振幅 (μ)	加速度 (gal)	速度 (cm/sec)	周波数 (Hz)
バス	0.84	0.27	0.05	9
トラック	0.36	0.09	0.02	8

表—10 車両による地盤振動（測点 3）

通過車両	振幅 (μ)	加速度 (gal)	速度 (cm/sec)	周波数 (Hz)
バス	0.72	0.23	0.02	9
トラック	0.60	0.15	0.03	8

院側境界の測点⑦で 71 ホンを記録したが，電動シャットルカーに切替えたため 53 ホンに低下した。

5. おわりに

本工事は T.B.M によりわが国初の花崗岩地帯の掘削を予定どおり完了したものであるが，本文でも説明したように，岩質が硬くなるほどカッタの交換や機械の故障が頻繁となって経費が急増した。しかしながら，近年のトンネル工事の増大につれて人家に近接して施工される場合も多く，いきおい発破工法による振動，騒音の公害によって着工不能や工事途中でのトラブルが多いといわれている。さらに，熟練労務者の不足も目立ってきている情勢下にあって，T.B.M による施工は今後のトンネル掘進に一つの指針を実証したということができると思う。さらに，今後このような機械の一層の改良，開発を期待するものである。

写真—9 T.B.M 350 G-1 本体引出し状況

図—8 騒音および振動測定位置

新しい輸送システムの実施例

古　泉　栄　一*

1. まえがき

最近都市内での交通渋滞化は目にあまるものがある。また一方では土地価格の異常な値上りによりマイホーム建設の夢を追うサラリーマンはいきおい遠距離通勤にならざるを得ない。こうした不便を少しでも解消するために当社では新交通システム研究のためのプロジェクトチームが数年前に発足して VONA システムをこの世に送り出すことに成功した。

VONA とは Vehicles of New Age の頭文字をとって名付けられたもので，新しい時代の乗物を意味している。三井物産と日本車輌製造の共同開発によるもので，総合交通対策の一環として，従来のバス，路面電車の役割を含め，地下鉄，郊外電車，モノレールまでの間のサービスをカバーする人および物を対象とした比較的近距離用の新輸送システムで，しかも，公害のまったくない“電気バス列車”ともいえるものである。

VONA システムの概要は後述するとして，工場内での基礎実験の段階を経た VONA 1号機が京成電鉄の協力により千葉県津田沼の谷津遊園内に1周 400 m，無人運転で昭和 47 年3月より国内メーカのトップバッタとして公開され，外国からの見学者もまじえて結構なにぎわいを見せ，現在まで約1年半の間に約 50 万人の方々に利用されたが，これといったトラブルもなく好評を博している。

続いて，タイプを多少変えた VONA が愛知県豊川市の当社工場内で回転式ホームによる乗降客の安全性確認試験を兼ねて昭和 48 年5月より公開されている。

さらに VONA システムが客貨両用であることから，貨物形 VONA 1号機として，山陽新幹線岡山～博多間が昭和49年12月開業を目途に鋭意工事が進められているのを助けるべく，長大複線トンネルに能率よくスラブ軌道を敷設する工事用運搬車の目的で開発し，下関工事局および広島幹線工事局管内で活躍中である。

ついでスラブ軌道敷設の機械化施工の新方式として，在来方式の2倍以上の速度で実施できるようにセメント乳剤を能率よく注入できる移動式ミキサプラント装置を開発し，これまた広島および下関両工事局管内で9セットも活躍している。以下，これらの概要について述べることとする。

写真―1　谷津遊園内をジェットコースタと交差しながら走行する VONA（1周 400 m，最小半径 20 m，最急こう配 70‰，27 人乗り全座席，無人運転）

2. VONA システムの概要

概念的にわかりやすく一例をあげて説明すると次のようになる。ここにある団地が存在し，その人口を仮に5万人とする。最寄駅までの距離 5 km を通勤する人の比率を 30% とし，このうち自家用車を利用する人を 10% とすると残りの 13,500 人はなんらかの乗物を必要とする。もしこの人々を朝のラッシュ2時間に 70 人乗りの大形バスで輸送すると

* 日本車輌製造（株）取締役開発部長

写真―2　新形式の VONA と分岐器
通勤用，定員 30 人（座席 11，立席 19）

写真―3　新形式の VONA 内部

すると約 40 秒ごとに運転しなければならない。

そこで問題になるのがバスの運転手の確保である。仮にこれができたとしても交通渋滞なしに走れるとは残念ながら保障できない。これを解決するためには前述のように電気バス列車の形式で，高架上あるいは地下の専用軌道を走る必要性が生じてくる。高架と地下を比較すると，通常の場合高架のほうが建設費が約半額といわれている。同じ高架鉄道を採用するとしても，車体をできるだけ軽くしたほうが建設費が安くなることは当然である。さらに人件費が高騰の事柄を考慮して，新しい電子技術を採用して無人運転も可能なタイプにしてある。換言すると，マイクロバスをやや大きくしたものを自動連結で電車運転方式にして専用軌道を走らせるようにしたのが VONA システムである。

（1） VONA システムの特徴

① 既存の環境または新しい計画にスムースにとけこめ，コンパクトに設計されているから軸重約 3 t，車軸断面約 6 m²，回転半径最小 20 m といずれも小さく，高架はもちろんのこと，地下，平面のいずれにも適している。

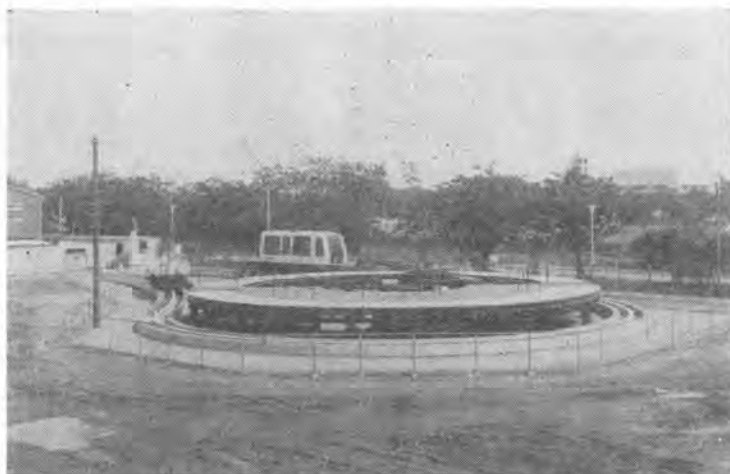
② 待たずに乗れる。発車時間の間隔は標準を 1.5～2 分とし，最大 5 分までスケジュール運転できる。また，時間帯別の乗客数の変動に対しては，連結両数を 12～3 両に調節することによりコントロールできる。さらに必要に応じて呼出し運転も可能である。したがって，深夜，早朝にでもタクシー代りに利用できる。

③ 車両の増結，切離しが簡単にできる。時間帯別の乗客数の変動に対応して遠隔操作により車両の連結解放が簡単にコントロールできる。

④ 運賃が安い。建設費および運転経費がモノレールに比較して半額以下でできるから運賃も安く，5 km ぐらいの距離だと適性な乗客数があればタバコ 1 箱ぐらいの値段で往復が可能である。

⑤ 公害の心配がない。電気駆動，空気タイヤの走行車両であるから騒音，排気ガスの心配がない。

⑥ 客貨両用である。下部の走行装置だけで走れるから上部の車体を簡単に分離してコンテナ等の運搬も可能である。

⑦ 平均速度が現在の都市交通機関の 2 倍以上である。郊外のニュータウンから既設の鉄道駅と連絡する場合のように駅間距離を 800 m～1 km にすると，平均速度は 1 時間に約 35 km/hr となり，最高速度は 60 km/hr となる。市街地のなかで駅間距離を 400 m ぐらいにとると平均速度は約 25 km/hr となり，最高速度は 40 km/hr となる。

写真―4　回転式ホームの全景で，直径 20 m のホーム外側がドーナツリング式に秒速 0.5 m で車両と一緒に回転する。相対速度はゼロのため乗降客は何の懸念もなく乗降できる。

(2) VONA システムの輸送能力

VONA システムは前述のようにバスも含めてバスと地下鉄あるいは郊外鉄道との中間の輸送量を確保する目的のものであるから，標準輸送能力としては1時間当り3,000～15,000 人で，ラッシュ時に 12 両連結で 1.5 分間隔の満載で運べば 19,200 人となる。したがって1時間に 20,000 人までの輸送量のところにモノレールを持ってきても採算がとれない場合でも VONA ならば建設費がモノレールに比べて半分以下で済むから採算がとれるわけである。

(3) VONA システムの適用例

乗客輸送用としては図—1に示すように4タイプが考えられる。

① 大形ニュータウン内を走る大形公共輸送機関の駅と数個所で連絡する。理想的配置は通勤高速鉄道の駅が 4～5 km ごとにあり，その周囲を 800 m～1 km 間隔で VONA の環状線が内回り，外回りとして回っている姿となる。

② 本文の説明に出ている団地と駅とを結ぶタイプ。

③ 市街地にオリンピックの輪のようなルートを設けて地下鉄と連絡し，乗換えながら目的地に到達が可能である。

④ 平行して走る2線を相互に結ぶタイプや空港内のターミナルと最寄駅とを結ぶタイプが考えられる。

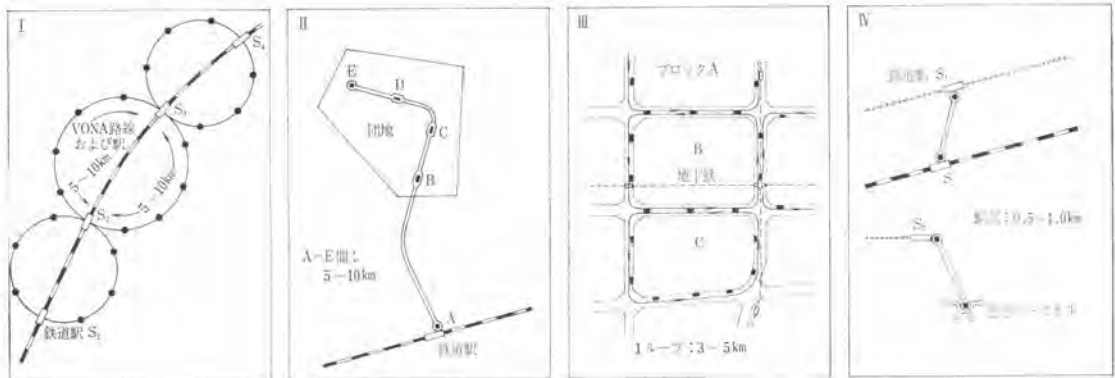
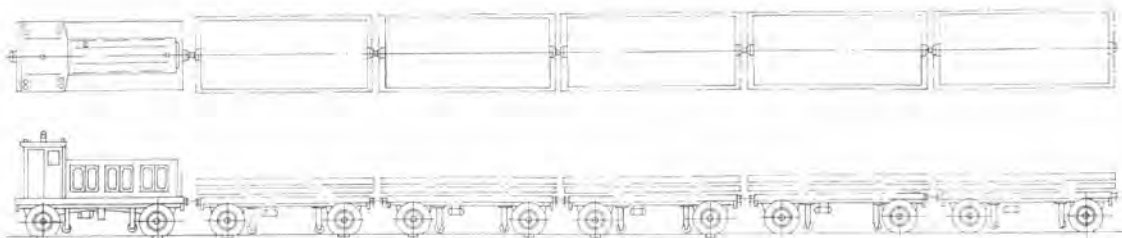
(4) VONA システムの終端駅ホームの一例

VONA システムの終端駅のホームは中央線東京駅のような折返しホームの構造ももちろん可能であるが，この場合，折返しの関係上，1編成余分に車両が必要となり，また，両側に運転台が必要である。

これに対して写真—4にみるような回転式ホームを利用すれば，回転しながら順次客の降り乗りが可能となり，固定ホーム中央部でのエスカレータとの結びつけによって狭い面積でも客扱いが有効に利用でき，編成も余分にいらなくなり，また，エンドレスタイプとなるため運転台も片側で済み，すべての点で経済的に有利である。現在は法規的には回転しながらの客扱いは許されていないので，将来に備えて工場内で安全確認の試験を続行中である。

3. スラブ運搬車（トンネル式）

山陽新幹線岡山～博多間には延長 400 km のうち，300 km 近くはメンテナンスフリーを考えてスラブ軌道が敷設されることになった。また，半分近くの 200 km はトンネルであり，安芸トンネル（延長 13 km）をはじめとして長大トンネルがかなり多い。こうしたトンネル内にいかに手際よくスラブ軌道を敷設するかが一つの大きな課題となってきた。

新大阪～岡山間の神戸トンネルで実施された在来の仮軌道敷設方式による機械化施工では1日8時間労働とし

図—1 VONA システム基本ルート図

図—2 スラブ運搬車（トンネル式）平面および側面図

写真―5　工場内で組立中のスラブ軌道運搬車

て 160 m 施工が精一杯のようとのことである。岡山～博多間では少なくとも2倍の 300～400 m の延長を1日8時間実働で施工することが要望された。新幹線用のスラブは1枚の長さが 5 m，幅が 2.34 m，厚さが 0.2 m で重量が 5 t もある。

種々検討した結果，1回に 50 m 分宛運んで1時間に1往復すれば8時間で 400 m 運搬が可能であることになり，それには複線トンネルで中央の排水溝の幅が 70 cm あるのを利用して，**図―2** のスラブ運搬車のように VONA タイプの垂直車輪と案内車輪によるけん引車と付随車を開発した。付随車1両に2枚宛スラブ軌道を積載すれば付随車は5両でよい。したがって，スラブ運搬車の諸元と性能は次のようにした。

（1）諸　　元

編　成：けん引車1両，付随車5両
全　長：3.3 m
全　幅：2.32 m
全　高：3.2 m
荷台高：1.2 m
自　重：けん引車 12 t，付随車 4.5 t/両
ガイド車輪幅：1 m（0.7 m）
（注）排水溝の幅が 1 m の個所と 0.7 m の個所がある。

（2）性　　能

積載重量：10 t/両
最高速度：20 km/hr（積車，平坦）
エンジン：187 PS/1,800 rpm
トルクコンバータ：3要素1段形
ブレーキ：貫通ブレーキ

以上のような諸元と性能のスラブ運搬車が構内の基地で 50 m 分積載してトンネル内に進入してゆくことになるが，案内車輪の位置が垂直車輪より下の位置にある関係上，駅構内の基地にもトンネル内と同様の排水溝，またはガイド用の溝が必要となるため，広島幹線工事局用のスラブ運搬車は下関工事局用のを多少改良して案内車輪をトンネルの内外で上下に昇降可能なタイプにした。

4. 移動式スラブミキサプラント装置

スラブ軌道の運搬が能率よく行われた場合に次に要望される事柄は，いかにこれを手際よく調節しながらインバートとの間にセメント乳剤を流し込むかということになる。

この目的に合致するような方式として **図―3** の移動式スラブミキサプラント装置を考案した。この装置は次の諸元および性能からもわかるように1回に5枚分のスラブ軌道のセメント乳剤の注入を移動することなく順次行ってゆくことができる仕組みになっている。5枚分の注入が終了したら 25 m 宛移動して同じ作業を繰返す。1編成の積載容量は半日分，すなわち 200 m 分となっている。

（1）諸　　元

編　成：電源車1両，ミキサ車5両，水槽車1両，砂ホッパ車1両，乳剤タンク車1両
全　長：53 m
全　幅：3 m
全　高：3.8 m
軌　間：1,435 mm
自　重：70 t

（2）性　　能

ミキシング容量：0.65～0.8 m^3/両
乳剤積載量：15 t

写真―6　移動式スラブミキサプラント装置

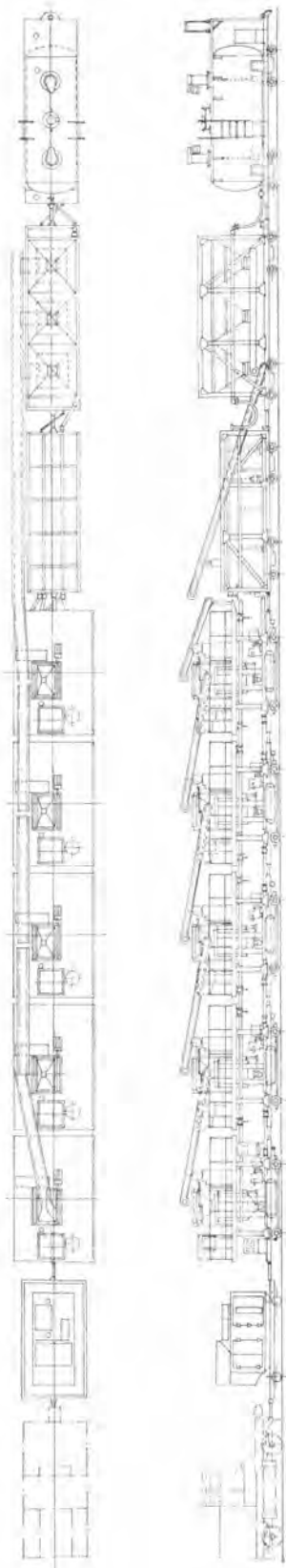



図-3 移動式スラブミキサプラント装置平面および側面図

砂積載量：19 t
セメント積載量：9 t
清水積載量：3 t
洗浄水積載量：4 t
最高速度：30 km/hr
ブレーキ：貫通ブレーキ
ディーゼル発電機：150 kVA/220 V・60 Hz

以上のような諸元と性能を持った1編成のスラブミキサプラント装置が大形モータカーにけん引されて仮に並べられたスラブ軌道上，もしくはでき上った本線軌道上を走行して反対側の線路に向ってシュートを利用しながら乳剤注入を実施してゆくことになる。

5. あとがき

VONA システムを実際に住民の足として活用していただくためには法的な面および助成金制度の活用の検討等，関係各省の強力なるご指導，ご援助をいただかねば解決できない問題が多い。幸い関係者におかれては鋭意検討中とのことで，皆様方のお役に立つ日の一刻も早からんことを心から念願する次第である。

スラブ軌道運搬車（トンネル式）や移動式スラブミキサプラント装置の実用化に際しては，国鉄新幹線建設局軌道課をはじめとして，広島幹線工事局，下関工事局の関係者の方々から適切なるご指導を賜わり，おかげで新製品の開発へとこぎつけられたことに対し，紙上を借りて厚くお礼申し上げます。

*

ケミカル・インジェクション工法について

川 上 高 弘*
中 村 正 邦**

1. まえがき

本工法は，当社がオランダの大手基礎工事会社であるI.F.G社（International Foundation Group B.V.）とのクロスライセンス協定によってコンポーザシステムと交換で技術導入した薬液注入工法の一種であり，以下に述べるように，従来の薬液注入工法にみられない目的と特徴があり，特に機械装置に高度な技術を有する。

一般にウェルポイント工法などの排水工法を採用した場合，多量の排水によって付近の建築物，道路，埋設管などの沈下および渇井，表面水の汚染などの悪影響がしばしば見られる。本工法は広範囲に水平の薄い遮水層の形成を主目的とし，掘削底面の遮水に適しているので上記のような条件下では極めて有効な工法である。

一方，従来の施工方法では注入パイプをいったん地中に貫入後，Y字管などを通じて薬液を注入パイプから噴出させるいわゆる直列工程方式になっているが，本工法では特殊な注入具（以下「注入チップ」と呼ぶ）を地中に埋設し，注入後も回収しない方式をとっているので，注入チップの貫入埋設と注入作業を完全に別工程にすることができ，注入時に貫入機械が拘束されない並列工程方式をとっている。なお，注入チップの貫入埋設と注入作業はそれぞれ 6～8 連の同時施工を行うので施工能率がアップされ，1日当りの施工面積が 70～100 m² となっている。

また，薄い注入遮水層を形成するために注入チップは比較的小間隔に配置され，施工後の漏水を許されないという点から，注入チップの埋設精度，注入の品質管理および効果確認など高度な技術的工夫がなされている。特に注入圧力については，均一な遮水層を確保するように従来のものより低圧にして，徐々に薬液を浸透させている。なお，ヨーロッパでは鉄道，地下鉄，ビルの基礎など大規模な工事にも採用されている。

写真―1 施 工 状 況

* 不動建設（株）中央研究所課長
** 不動建設（株）中央研究所課長

2. 施工方法と機械装置

(1) 施工プロセス

この工法による遮水工事の一般的に行われる施工順序を 図―1 で示す。

まず，施工場所での土質調査により注入深さ，注入薬液の種類，配合等が決定される。次に鉛直方向に矢板または地中連続壁の打設工事により土留および遮水を行う。その後，底面遮水を行うわけである。貫入埋設作業はクローラクレーンを主体とする振動貫入機械を用い，薬液注入ユニットは薬液混合装置と注入装置とから構成されている。貫入埋設作業は注入作業に先行して振動貫入機械により埋殺し用の注入チップを互いに隣接して複数本同時に振動貫入し，地盤の所定深さにチップを埋設する。薬液注入は注入チップと接続されたポリエチレンチューブを通じて地表面上で行われる。造成注入層のサンプリングテストにより施工効果が判定されると排水作

図—1 施工プロセス

業により地下水位を低下させ，所定の掘削面まで掘削する。構築物の建設が完了すると土の埋戻し，矢板の引抜きが行われ，全プロセスを終了する。

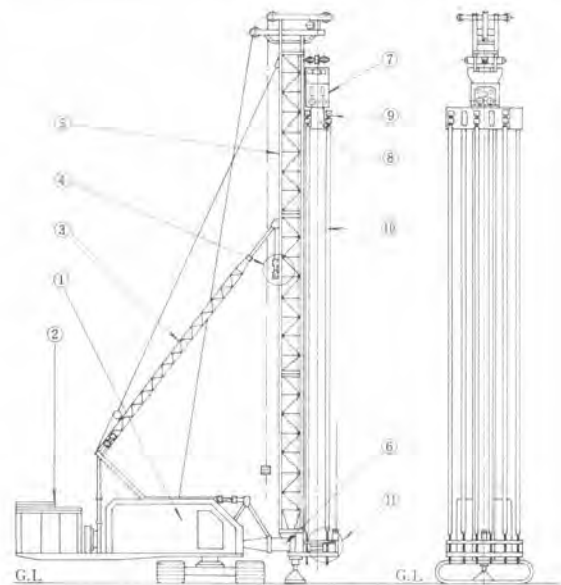
(2) 打設機

注入チップの振動貫入打設機の構成を 図—2 に示す。

鋼製リーダを装備したクローラクレーンに振動貫入機構として起振機，上部コンソール（起振機に複数本の貫入パイプを一定のピッチに連結する鋼製組立連結台），貫入パイプを取付け，リーダ下部には貫入パイプの位置決め，振止め用のフートコンソールを取付けたくい打ち機タイプの施工機である。チップの貫入埋設ではGL上の基準面より正確に所定深さの水平方向に確実にチップを埋設することがその工事の良否に大きく影響する。そのためにはチップを鉛直かつ同一深さに埋設できる貫入装置が必要である。すなわち，クレーンのリーダが前後左右いずれの方向にも移動可能な施工機を使用しなければならない。

(3) チップの貫入埋設

貫入パイプは外管と内管とからなり，注入チップはその先端部の所定の位置に挿入され，貫入中，貫入パイプの中へ土砂の侵入等がないように構造上，機械装置上数

名称	数量	名称	数量
①クローラクレーン	1台	⑥クレーン前面リーダ取付機構	1式
②クレーン搭載ユニット	1台	⑦振動機	1台
③リーダステー	2本	⑧上部コンソール	1台
④ステーのリーダ支点位置上下可変装置	1式	⑨センターホールシリンダ	6本
		⑩貫入パイプ	6本
⑤リーダ	1式	⑪フートコンソール	1式

図—2 施工機の主使用機械の構成

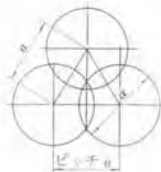
々の工夫がなされている。貫入パイプが所定深さまで打込まれると内管と直結された油圧シリンダを作動させ，内管によってチップを押出す機構とチップの形状，貫入パイプの引抜き技術等によって注入チップの共上りが確実に防止される。

写真—2　薬液注入ユニット（ワゴン形）

（4）薬液注入

薬液注入ユニットは混合攪拌装置と注入装置に分けられる。主剤，助剤，水の各量は混合比に応じて各々検量のうえ攪拌，混合される。製造されたモノゾルは検量により注入量を確認した後，注入流量，注入圧力などの所定の設計仕様に従って注入チップから地中へ注入される。混合槽から注入槽，注入チップへの薬液移送プロセスはシーケンス回路の構成によって自動化され，施工タイムチャートに応じて最適制御が行われる。

（a）注入量の算定

注入チップから注入される薬液は打込点から球状に浸透すると考えると，ゲル化した後，不透水層は所定ピッチに対して連続した球根で形成されることになる。

図—3

注入チップは正三角形配置で打設され，図—3 のように3個所のオーバラップを見込んでおく。いま打設ピッチ a で施工する場合，球径 d は

$$d=\sqrt{3}/2\cdot a\cdot 2/3\cdot 2=1.155\,a$$

地盤間げき比を e とすると1チップ当りの注入量 V は

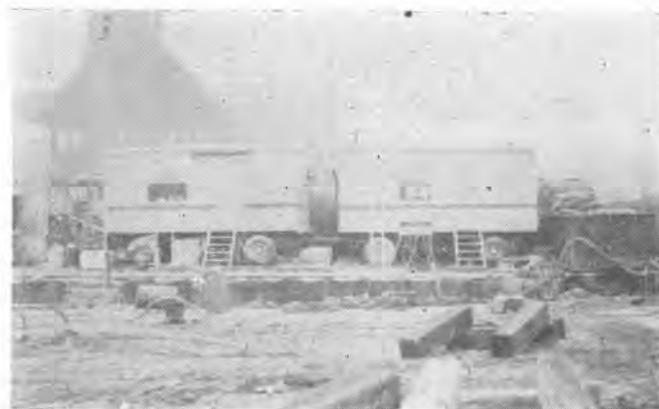
$$V=\pi/6\cdot d^3\cdot e/(1+e)$$
$$=\pi/6\cdot(1.155\,a)^3\cdot e/(1+e)$$

一般的には砂の間げき比 e は 0.5～0.7 であるが，安全側にみて 0.67 とする。いまピッチを 1 m として，注入時のロスを見込んで 10% の安全率を与えると注入量は約 0.35 m³ となる。

（b）注入流量の設定

注入流量を決定する要因は施工能率，薬液の砂中への浸透，薬液のゲルタイムなどがあげられるが，一般にはゲルタイムで決めるのが便利である。この種の水ガラス系モノゾルのゲルタイムについては，実験の結果では 25～40 分が最適である。350 l 程度の注入量をゲルタイム以内に注入するから，注入流量は 10 l/min 前後が適当である。施工能率の点からいえば，流量は当然多いほど有利であるが，この工法は従来のグラウト工法と異なり，低圧，低流量（低流速）で薬液を徐々に地中へ浸透させて均質な球根を作ることを特徴としているため品質を考えずに流量を大きくすることはできない。

（c）注入圧力の算定

注入流量が設定されると注入圧力の算定ができる。注入圧力は次の2種類の圧力に分けて考えられる。

① 注入チップからの噴射圧力
② 配管内圧力損失

通常現場では配管総延長が1注入チップ当り 50 m 以上になるから，②は注入圧力の大部分を占めることになる。①については次式を用いる。すなわち，噴射圧力を P_1 とすると，

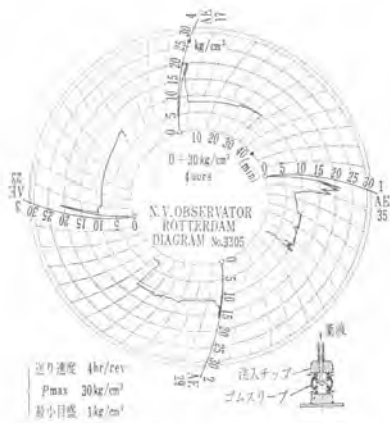
$$P_1-P_2=q\cdot\varpi\cdot\nu/C\cdot K\cdot\nu_0$$

P_2：地下水圧
q：薬液流量
ϖ：薬液の比重量
ν：薬液の粘度
C：$4\pi r$　（r=流入チップの半径）
ν_0：地下水の粘度
K：透水係数

なお，上式は Magg の式から変形して求められるものである。P_1 の値は薬液の粘度に急激な上昇がなければ 2 kg/cm² 以下になるのが普通であるが，流量を必要以上に増加させると圧力は上昇し，流速が増して球根の形状が不安定になる。また，ゲルタイム近辺の時間帯では薬液の粘度が急激に上昇して P_1 の値は配管の圧力損失を上回ることもある。注入完了は少なくとも粘度の急上昇以前になされるべきであり，この点，施工条件に応じた適正なゲルタイム，流量，圧力などを選定しなければならない。

（5）品質管理

上述したようにゲルタイムの決定は重要なポイントである。水ガラス系薬液では主剤と助剤の混合比がゲルタイム～粘度特性に大きく影響しているから，施工中は常に一定の混合比を保っておく必要がある。配合を適正に行うために必要な液槽にはすべて静電容量形の液面計を備えて自動検量を行っている。

注入が満足に行われているかの判定には注入圧力記録計が用いられている。図—4 に注入圧力記録例を示す。

図—4 注入ユニット，注入圧力—時間記録

注入チップの注入孔の周囲はゴムスリーブで覆われていて，土砂の侵入による注入孔の目づまりを防止しているが，周囲の砂で圧迫されているゴムスリーブを押しのけて薬液が噴出するためには施工例によれば平均的に 15～20 kg/cm² の注入圧力を必要とする。

ゴムスリーブがクラックすると圧力はダウンして安定する。しかし，ポンプの設定注入圧力までダウンしない場合は注入流量がレギュレータからバイパスして所定時間内に注入が完了せず，ゲルタイムに達してしまう。注入圧力記録計を用いることによってこのような事故を監視することができる。

以上の品質管理系統はすべて自動制御により行われるため高度の信頼性が得られている。

図—5 鉄道トンネル（Schiphol 空港）における施工と土質状況

表—1 の中で，最大動水こう配とは注入遮水層の上端と下端の水圧差を遮水層厚で除した値で，遮水層厚を 1 m とすれば，おおむね原地盤の地下水面と掘削底面の差と考えればよい。最大透水量とは掘削後の全面積からの最大排水量であり，注入を行わなかった場合の計算値の約 1/100 となっている。

なお，図—5 にアムステルダムのスキポール国際空港における鉄道トンネルの施工例を図示する。

3. 適用および施工例

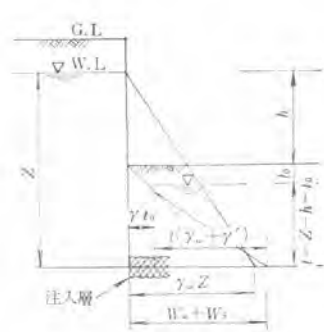
表—1 に欧州におけるおもな施工例を紹介する。透水係数の欄から施工効果を推定できるが，砂質地盤の透水係数は施工の結果 10^{-2}cm/sec から 10^{-5} cm/sec 程度に小さくなっている。なお，最大注入深度は Amstelveen の A.B.N 銀行における 22.7 m という例がある。

表—1 ケミカル・インジェクション工法施工例

施工期間	プロジェクト	施工面積 (m²)	最大注入深度 (m)	最大動水こう配	最大透水量 (m³/h)	透水係数 (cm/sec) 原地盤	透水係数 (cm/sec) 施工後
1966 年	鉄道トンネル（1） Schiphol 空港	1,950	16.00	8.50	6.0 1.0	2.5×10^{-2}	1.0×10^{-5} 1.0×10^{-6}
1967 年	高速道路 Amstelveen	290	15.80	7.80	0.4	3.25×10^{-2}	1.8×10^{-5}
1971 年	A.B.N 銀行 Amstelveen 支店	4,350 2,975	22.70 16.70	10.45 7.95	100	1.5×10^{-2}	5.0×10^{-5} 1.0×10^{-5}
1972 年	鉄道トンネル（2） Schiphol 空港	3,010	17.20	6.50	35	2.85×10^{-2}	2.0×10^{-5}
1972 年	郵便局 Ordenburg（ドイツ）	3,745	12.00	5.50		1.8×10^{-2}	
1973 年	鉄道トンネル（3） Schiphol 空港	1,890	20.00	9.50		8.5×10^{-2}	

4. 設計方法

前述のように，一般に注入チップの間隔は 1 m の正三角形配置，平均注入層厚は 1 m である。注入深度は主に地下水位と掘削深さに影響される。すなわち，注入層における上向きの水圧と土の重量とのバランスを計算し決定する。その安全率は普通 $F_S=1.05$ でよい。図—6 において，

図—6

γ_w：地下水の単位体積重量（t/m³）

γ：不飽和土の単位体積重量（t/m³）

γ'：飽和土の水中単位体積重量（t/m³）

Z：注入層の地下水面からの深さ（m）

とすると，つり合い方程式は

$$F_S\gamma_w Z=\gamma t_0+t(\gamma_w+\gamma')$$
$$=\gamma t_0+(Z-h-t_0)(\gamma_w+\gamma')$$

したがって，

$$Z=\frac{(\gamma_w+\gamma')(h+t_0)-\gamma t_0}{\gamma_w(1-F_S)+\gamma'}$$

ここで，$\gamma_w=1.0$，$\gamma=1.7$，$\gamma'=1.0$，$t_0=0.5$ とすれば上式は

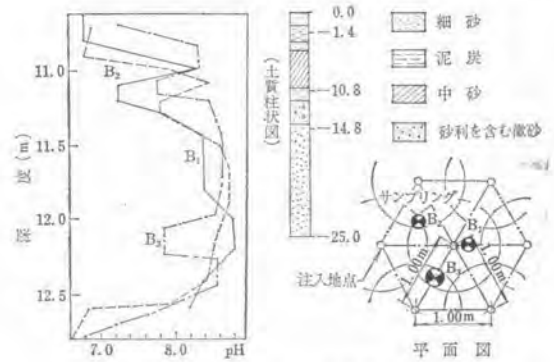
$$Z\,(\mathrm{m})=\frac{2.0\,h+0.15}{0.95}$$

となり，掘削深さの約2倍が注入深度となる。

施工に際して，鉛直方向には通常矢板または地中連続壁で土留および遮水を行い，底面の遮水を当工法で行うことになるが，各現場の状況に応じてどちらを先に施工してもよい。たとえば長い水路の施工で矢板を転用して使用したい場合，当工法による底面遮水を先行して施工しておけば工費面で有利である。なお，注入後の不用になった注入用チューブが掘削時の障害になると懸念する向きもあるが，注入に支障がない程度の弱いチューブを使用しているのでなんら障害になった例はない。

一方，注入層の透水係数は注入前の約 1/1000 になることは前に述べたが，この場合，排水経費も安くなり，作業性もよくなることは明らかである。排水方法については，現場の状況に応じてディープウェルまたはウェルポイントを採用するが，掘削深度が大で，掘削底面と注入層の間隔が 10 m 以上の場合，一般にディープウェルが適当である。ディープウェルの直径は 50～60 cm，フィルタ用の砂利の厚さは 10 cm 程度，砂利の D_{60} は原地盤の砂の 5～7 倍ぐらいとし，有孔ケーシングの有孔率は 10～15% 以上必要である。排水用ポンプは排水量が少ないので強力なものはいらない。

5. 施工効果の判定

施工効果については，既述のように薬液が十分に浸透すれば透水係数が 10^{-2} cm/sec 台の原地盤が施工後は 10^{-5} cm/sec 台になることは実際の現場でも各種室内実

図―7　西ドイツ Ordenburg 郵便局における pH 試験結果と土質状態

験でも確かめられている。したがって，薬液が所定の位置に浸透するかどうかが最も大きな効果判定の要素となる。

図―7 は西ドイツの Ordenburg 郵便局の工事において，施工後にサンプリングを行い，pH 試験を実施した結果である。薬液はアルカリ性（pH＞7）であるので，注入した部分の pH が注入していない部分の pH より高ければ薬液が浸透していることになる。**図―7** における○印が注入チップの位置，すなわち注入地点であり，B_1～B_3 がサンプリング地点である。図において B_2 地点が最も薬液の浸透しにくい位置と考えられるが，試験結果では B_1, B_2, B_3 のいずれも差異がなく，薬液が均等に浸透しており，注入層厚も 1 m が確保されていることがわかる。

6. あとがき

現在プロットタイプの実験装置である貫入機械および注入装置は製作完了し，屋外で各種実験を行っている。本工事用の機械装置（6～8 連）は昭和 48 年 12 月から稼働する予定である。

地下水の排水規制，渇水に対する住民パワーが厳しくなってきている折から地下水の大量排水による事故やトラブルを耳にする機会が多くなってきている。基礎工事における公害対策の面からも本工法は意義のある工法であると考えられるので，今後皆様方のご意見，ご指導を得て大いに発展させたいと考える次第である。

随想

ギリシャとローマ

中　沢　式　仁

「湯水の如く」という比喩に象徴される日本人の水に対する認識なり感覚は「日本人とユダヤ人」の著者イザヤベンダサンによってものの見事に批判されてしまった。

「安全と水はただではない」

まさに核心をスバリ衝いており，痛いところを突かれたなという感じである。

このイザヤベンダサンは名前こそイスラエル名であるが，その正体は未だに不明で，無責任な読者の中には，同書の出版元たる山本書店の主人山本七平氏その人ではないかと疑っている人もいるようだが，このような水に対するきびしい見方なり発想なりは，私の経験ではやはりイスラエル人も含めて中近東の民族出身か，または砂漠での生活を長く体験した人でなければ出て来ないのではないかという気がする。日本人であれば，砂漠での旅行もしくは中近東での生活を少々経験したとしても，水の有難み，貴重さはそれほどまでに身に泌みてはいないだろうから……。

スウェーデンのスウェンヘディンは，西欧の出身で初めてタクラマカン砂漠を縦断し，また，ロブノールの湖の転移の謎を解き明した探検家として有名であるが，1895 年のタクラマカン砂漠の縦断旅行で，丸５日間にわたり一滴の水もなく砂漠の中を歩き，ついにはラクダの尿を酢と砂糖に混ぜて飲んだり，従者が渇きのあまり精神錯乱を来すなどの苦労を重ねたあげくようやくコータンダリア（川）に達した。そこで水を飲んだときの気持を「この水は何と美味かったことか。何人といえども渇きのために死の苦痛に瀕したことのない者にはこの味を想像することは不可能である」と。その著書「Through Asia」の中で述べている。

このような極端な例は別としても，スポーツで思い切り汗をかいた後の水の美味さ，炎天下ゴルフで咽喉をカラカラに乾かせたとき，コースの片隅に水道栓を見付けた嬉しさは誰しもが経験したところであろう。

しかし全体としてみれば，わが国ではいままで四季を問わず降る雨に恵まれたため水の本当の有難味はわからず，水はただで無限に使えるものと考えていた向きが多かったのではあるまいか。「湯水の如く」という言葉はまさにその象徴的な表現であるといえよう。

だが，昨年夏の全国的な水飢饉はイザヤベンダサンの指摘したとおりで，わが国でも水が極めて貴重なものであり，大切に使わねばならないものであることをあらためて実証した。

昨年夏の水飢饉は，われわれのいわゆる計画対象渇水を上回る異常渇水のため生じた水不足であって，この数年来強調してきたような水需要が水源依存河川の水資源賦存量を上回って長期的需給ギャップを生ずるといった意味での水不足とはいささかニュアンスを異にするが，いずれにせよ，水需要に対し満足すべき十分な水量を供給できなかったという現象が起きたことは事実である。

原理的には河川の総流出量以上に水を使うことは不可能であるから，これが水資源開発の限界である。東京や大阪などの巨大都市では，その水消費量が膨大なためその経済圏を潤す利根川や淀川の水資源の限界量近くまで開発利用しており，近い将来隣接経済圏の河川の水を導入しない限り水で行き詰まることは目に見えている。

随想

これら巨大都市の水の需要がいまでも急ピッチで増大しており，そのため深刻な水不足を目前にしている現在，水源の確保や水需要の分散をめぐって意見がいろいろと分かれているが，これに関連した興味ある史観を紹介してみたい。

西欧文明の源流といわれるギリシャは市民集団たる極めて小さなポリスの並存した都市国家であったが，そのポリスの大きさは水が制約になっていたのではないかと和辻哲郎博士は「風土」の中で亀井高孝氏の言葉を借りて指摘している。

ＴＶで日航のＣＭでも登場する緑の少ない乾いたアクロポリスの風景を見れば，確かにギリシャでは水が少ないことが容易に首肯されよう。

それはともかくとして，同博士によれば，ギリシャ人はポリスが人倫的組織として最適な規模を保つべきであって，本質的に大都市となるべきものではなく，水の制限を破ってまで発展せしむべき必要性を見出さなかったという。これに対しギリシャと同時代に地中海に勢力を扶植しはじめたローマは，単なるポリスの一つとしての位置から国家に発展するとともに直ちに水の制限を打破しはじめた。これがローマの水道であるという。

裏返していえば，ローマの水道はローマが「人工によって自然の拘束を打ち破り」，ポリスから統一国家へと発展していった契機を表わす象徴的建造物といえなくもない。

このように，ギリシャのポリスにおける「並存競合」からローマの「統一発展」への論理の転換の具体的な契機が水の制約の打破にあったという歴史の解釈は，首都圏や近畿圏の水需給の現状を眺めるとき，極めて示唆に富むものがある。

ここではこれ以上結論めいたものは述べないことにする。が，ともかく，水は無限に存在するものではない。そして，その対策をどうするかはフィロゾフィの問題であることを深く銘記すべきであろう。

節水について……

水は大切に使うべきであることぐらい実は誰にでもわかりきった話である。にもかかわらず，ノッケに「安全と水はただではない」と書いた本がベストセラーになり，タテマエとホンネが違っても当り前のお国柄では，使える水量に限界が見えてきたとあれば，「湯水の如く」といわれるほど使う習慣に慣らされた庶民にいかに水を節約してもらうか，具体的に効果のある節水法をあらためて本気で考えなければならない。

そこで，一昨年あたりから慢性的な水不足に悩む大阪府や東京都で大々的な節水キャンペーンが始められた。

東京都では昨年１月からこのキャンペーンを始めており，新聞紙上でも報道されたからご存知の方も多いと思うが，その具体策として節水の周知徹底のための広報宣伝活動の推進やら，一定規模以上の建築物に対する下水処理水の再生使用のための２重配管などをあげている。しかし，このキャンペーンで見落してならない重要なポイントが一つある。それは節水型の機器の開発と水を消費するシステムを節水型へ転換するための各種施策の推進である。

たとえば，全自動洗濯機の如きは，省力化の名目で家庭の主婦の洗濯にかかる時間をわずか節約するため水を必要以上にタレ流しているので，これをメーカの協力のもとに改善し，使用水量を減らすとか，水洗便所のフラッシュ用水量が馬鹿にならないので，これを下水道システム全体として技術的に許容し得る最小限に減らすことを進めようというのである。

要するに，わが国ではこと節水に関する限り個人の認識に頼っていたのでは埒があかないので社会全体の水消費システムを節水型に転換して目的を達成しようというのがこのキャンペーンの

随想

大きな狙いの一つである。

このキャンペーンを「何故そこまでしなければいけないのか」という受けとり方をした識者もあったようで，筆者が企画庁の水資源課時代，この発表が行われたとき某大新聞の論説委員から質問を受けたことがある。

これは国民の公共心の問題であると割り切ってしまえばそれまでの話であるが，私にはもっと深い理由があるように思えてならない。

私ども日本人は戦争前までは各家庭に仏壇があり，祖母などが朝な夕な鐘をチーンと鳴らしながら勤行をしているところが多かった。そしてそのような雰囲気のもとで受けた躾けの中に「ものを始末して使え」ということがあった。この背景には全体的に貧しい生活があったのも事実であるが，この躾けを破ることは宗教的な忌諱に触れるような気がして，ものを大事にする習慣がついたように思う。

戦後はとにかく食ってゆくためなりふり構わず働き，精神的な面への配慮を怠ってきたわれわれには，宗教的な忌諱はまったく縁がなくなってしまっている。これが水の浪費を含めて消費は美徳であるというコマーシャリズムに簡単に乗せられてしまった原因ではなかろうか。

ところが，西欧社会では昔日ほどでないとはいうものの，日常生活の中に宗教が生きており，特にアラブの世界では未だに回教が生活を支配しているといっても過言ではないようだ。

その回教の世界では，水の有難味はコーランの中でいたるところで強調されており，砂漠の自然条件の厳しさもあって，彼らは一滴たりとも水を無駄にしない。回教では寺院の中で1日5回アラーの神に礼拝を捧げるが，礼拝の前に身体を浄める水も私の見てきた限り青みどりの汚い水だし，それもなければ砂で間に合わせてよいとコーランでは述べているほどで，私も何度かその実際を見てきた。

そこへゆくと戦後の日本人は自ずと守れるよう日常生活の中に組みこまれた束縛でない限り，頭の中で理解していても宗教的な躾けによるブレーキが利かず，実行できない精神構造になってきているように思える。

これが今度の東京都の節水キャンペーンの中で，節水機器による水消費システムの節水型への転換がとりあげられねばならなかった大きな原因ではないかという気がしてならないがどうだろうか。

（建設省関東地方建設局河川部）

随想

エネルギー危機を想う

竹　野　正　二

戦後の物資不足の時代から完全に立ちなおり，つい最近まで物が不足するというようなことはあまり関心がなかった。「消費は美徳なり」という考え方が一般に浸透し，子供達に物を大切にするよう注意しても，おやじの時代とは違うんだといわれ，「そうかなぁ」と自分の感覚のずれていることを反省するような始末である。物を多く生産し，多く消費することは経済活動を活発化し，国民の文化生活の向上に大いに役立つものと信じざるを得なかった。

しかし，昨年あたりからどうもこの考え方の雲行きがあやしくなって来たようである。世界の著名な知識人で作られているローマクラブが「成長の限界」という報告で，人類が現在のままの成長を続けるならば，食糧，エネルギー，資源などが全地球的に不足する時期がくると発表し，地球上の人類を末長く存続させるためには人口増加を抑制し，経済の成長を抑える必要があると全地球的な観点から提言を行っている。また，ニクソン大統領がエネルギー教書を発表し，アメリカにおけるエネルギー危機に対処する方針を打ち出した。

このような動きに加えて，国内においては電力，石油，塩化ビニル，紙，鉄鋼などの不足が現実の問題として発生し，官民協力していよいよエネルギーや資源が不足する時代に対処する方針に本格的に取り組む必要性を痛感するに至っている。なかでも石油や電力などのエネルギーは国民生活や産業活動の基盤であり，これの確保は国全体にとって最も重要なことである。しかも，全エネルギーの 85% を海外に求めているわが国の場合は，国際情勢によってその確保が大きく左右されるという立場にあり，また，エネルギーの 72% が石油によってまかなわれており，その石油が最も政情不安な中東に依存している度合が 80% もあるとあっては，国の安全という面からエネルギー問題を考えなければならない。

エネルギーの中でも電気は国民生活に最も密接な関係にある。電気は石油，石炭などのエネルギーを変換して作られる2次エネルギーであるが，最近の公害問題などによる地元民の反対で発電所建設が著しく困難になっている。電気が不足したからといって海外から緊急に輸入することができるものでもなく，発電所の建設には建設期間の短い火力で最低3年は必要とすることを考えると，電力の供給の確保と消費の抑制は緊急にさし迫っているといえよう。

また，電気の特質として，需要量と供給量が常にバランスしていなければならない。現在電力危機として大きく問題にされているのは夏場における電力ピーク時に発電所の全出力が不足するということである。昨年の夏ピークの最大電力は8月9日の 6,858 万 kW であった。このこの数字は，需要家における節電が約 160 万 kW ぐらい行われた数字で，これが行われなければ 7,000 万 kW はオーバしていたと考えられる。電力供給の安定を行うためには最大電力需要の 8～10% 増の発電設備容量が必要であるが，現在の予想では 49 年度の夏には 48 年より約 800 万 kW の需要増があるが，約 890 万 kW の発電所の運開もあり，どうにか 6% ぐらいの予備率は確保して対処できると見透している。しかし，クーラなど夏場ピークが予想以上に伸び，かつ，光化学スモッグにより発電所の出力が抑制（48 年度で大きいときで 300 万 kW）されるとなると需要家の節電協力のみでは対処しきれなくなり，法的な電力抑制もせざるを得ないということ

随想

にもなろう。50 年以降についてみると，現在着工済の発電所だけでは予備率が急激に低下し，50年で 4.5%，51 年で 1.5%，52 年にはついにマイナス 3.2% となり，完全に電力不足という事態が生ずると予想される。

このような事態にならないための対策としては，今後電源の着工量を増して行くほかはないと思うが，その着工が前述のように地元民の電源立地反対により非常に困難になりつつあるということなのである。昭和 46 年度には計画 2,000 万 kW に対し 1,650 万 kW が着工できたが，47 年には計画 1,200 万 kW に対しわずかその 32% の 380 万 kW しか着工決定がなされていない。48 年度 11 月現在では 48 年度計画 1,620 万 kW に対し，180 万 kW の着工の決定がなされているにすぎないのである。

このような現状を打開し，電源開発を円滑に進めていくために通産省では発電所の立地点の徹底的な事前環境審査を行っている。そして，地元民との対話をすすめ，客観的データに基づいて誠意のある説明を行い，かつ，電源立地に対する重要性について十分な理解を求める必要がある。電源地帯の地元民にも利便をもたらすような地元福祉型発電所の建設も考えられており，また，法律によって発電所立地地点の周辺には道路や公民館など社会福祉施設の建設がやりやすいような制度も考えられている。

しかし，今後の電源立地問題は簡単には解決されるとは思えない。また，長期的にはクリーンな国産エネルギーの開発を考えると同時に，消費面における効率化を図ることを何としても考えなければならないと思う。

通産省ではこれらの要請に応えて48年度から全予算1兆1,000億という "サンシャイン計画" なる大構想を打上げたのは皆様もお耳に達しているはずである。その内容は，太陽エネルギーの利用，地熱の利用，合成天然ガス（石炭のガス化による）の開発技術，水素によるエネルギーシステムの開発の4本柱となっている。

私はいつも思うのだが，夏場の太陽エネルギーがさんさんとふりそそぐ時期に，化石燃料で発電した電気が一番多く使用されるということはまったくもって不経済な話である。太陽から来たエネルギーはこれをいくら利用しても地球全体としてエネルギーの出入はないわけであるから，これこそまったくクリーンなエネルギーの利用であると考える。しかし，何さまエネルギー密度が小さいので，これを集めて 100～200 万 kW の発電所を建設しようという計画は簡単な技術開発ではあるまい。「今日は雨が降ったので停電です」ということも困る。2000 年以降になると核融合発電が可能になるかも知れないが，それまでの間，太陽や地熱，合成天然ガスなどの利用によりわが国のエネルギーの需要の増大に対処するにはこれらの技術開発に大いに期待せざるを得ないのである。

地熱の発電への利用はすでに 3.3 万 kW の開発が行われているが，サンシャイン計画の地熱発電の中には火山発電と呼ばれる地熱利用も含まれていて，地下水が地熱により蒸気となっているものを利用するだけではなく，地熱のあるところに地上から水を注入し，積極的に地熱を利用しようという計画であるので，初めて聞かされたときには「そんなこと本当にできるのかな」と思ったが，専門家によると相当な確実性があるらしいので大いに期待したい。

エネルギー危機に対して，上記のような新しい技術によるエネルギーの多様化を図るほかに，いかに省エネルギー化を図るかということが今後大きな問題である。産業構造を変革してエネルギー多消費産業から知識集約化産業へということは言うはやすいが，さて実行に移すとなると非常にむずかしい問題で，簡単には行くまい。長期的なビジョンを画いて段階的に行うこととなろ

うが，通産省でもその具体的な方法を模索している段階である。省エネルギー対策として早急にやれることは，むだに消費しているエネルギーをなくすことである。そのため通産省でも節電キャンペーンを実施したが，一般需要者の協力なくしては大きな効果は期待できない。省エネルギー機器の開発や省エネルギーシステムの開発にも力を注ぐ必要があるが，全エネルギーの60%を産業部門で占めているので，この段階における省エネルギーが一番効果が上がると思われるが，各生産部門における省エネルギー対策を調査したところでは最近はエネルギー原単位はだんだん上昇の傾向がみられる。

これは生産段階において省力化，自動化のための設備，公害防止のための設備などの動力源が多くなっていることに原因している。そしてエネルギー多消費産業では当然のことながら，いままでにも合理化が進められ，外国に比べ非常に原単位の下がっているものが多いということである。しかし，今後の石油の値上りによるエネルギー価格の上昇は激しさを増すものと予想されている。電力会社も原油の価格上昇による値上げを各社が打出しているので，エネルギーの合理化利用には官民ともに力を合せて強力な政策が打出されることも予想される。具体的には効率の悪い設備のリプレイス，高効率機器や高効率システム技術の開発，熱管理技術の徹底などがあげられ，これに対して税制や金融措置，補助金などの措置が考えられる。

エネルギーの中でも電気エネルギーは前にも述べたが特別な位置にある。エネルギー最終消費形態でみると電気はそのシェアは増えつづけており，現在では 30% 弱であるが，今後ともそのシェアを徐々に拡大していくことが予想される。将来原子力発電，地熱発電，太陽熱発電などが実用化され，エネルギー供給源として石油を使用しないもののシェアの増大が行われるとますます電力の最終需要におけるシェアは増大するだろう。そして，石油などは化学原料として温存させておくということにでもなる時代がくると熱源としても電力が大幅に使用されはじめることになる。石炭が石油に代った場合と異なり，電力と燃料との交替は需要家の工程や諸設備に大きな変化をもたらせることになる。核融合発電が完成し，普及すると電気エネルギーは富裕になり，自動車なども電気で動かすことになるが，それまでにはガソリン車と同じ性能を出せるような電気自動車の開発を行わなければなるまい。

とりとめもなくいろいろなことを書いてしまったが，最近のエネルギー，特に石油の情勢は国際情勢の変化により毎日変るといっても過言ではない。一昔前のように各家庭にカマドがあれば電気やガスが1日や2日来なくても紙や木でもって煮たきぐらいできたかも知れないが，いまやそのような対策をもたず，毎日の家庭生活もまったく石油に依存しているといってもよい。

「節約は美徳」ということですべての物資を大切に使うという生活態度が必要になってきたといえる。

（通商産業省資源エネルギー庁官房総務課）

随想

これからの住宅と住宅都市

井上十三男

めまぐるしく移り変わる現代社会から未来の住宅および住宅都市を予想することは容易なことではないが，われわれやわれわれの子孫が住むであろうこれからの住環境について展望をもつことは，経済の高度成長で「衣食足りて住足りず」と，相も変わらず言われている今日，非常に有意義なことだと思うので，多少の飛躍はあってもこのテーマについて少し考えてみたい。

ここでは，初めに「住環境をつくる諸条件の変化」について整理し，次に「これからの住宅，これからの住宅都市」について考察を行い，最後に「さらに未来の住環境」について少しふれることにしたい。

変わる住環境づくりの諸条件

住環境づくりの際，前提となる諸条件が大きな影響力をもつのでまず整理しておきたい。

変化する社会の動向：国民生活の向上に伴って各人の生活意識，住意識が多様化し，高度化することが予想される。また，週休2日制で象徴される余暇の増大とレクリエーション需要の増加は一層定着してくるものと思われる。さらに，わが国の人口構成比がフランス型に近づいているといわれているが，その中でも特に老人問題が重視されてくるであろう。一方，最近各地にみられる住民パワー，住民運動，それと表裏一体の住民参加活動も活発に行われるものと思われる。

健全な都市への指向要請：日本は公園が少ないといわれているが，これからは公園と防災避難広場をからませたオープンスペースの確保に全力が注がれるであろう。また，巨大な超高層を建てたら，その密度にあわせて道路等も整備して行くというような部分と全体との調和がたえず叫ばれるようになろう。

立地の多様化：都心再開発，都市近郊開発，郊外開発と種々ある中で都心再開発があらゆる意味から重視されよう。

地価，建築費の高騰：地価の高騰は今後も続き，土地の高度利用に基づいて建物の高層化がさらになされる一方，建築費の上昇は建物の工業化を促進させよう。

敷地条件の悪化：埋立地等の軟弱地盤のほか，山地，不整地型地，騒音・煤煙・臭気等の公害つきの敷地が増加してくるものと思われる。

これからの住宅

これからの住宅について国民の生活革新の進行の面と住宅をつくる技術の向上の面の両面から予想してみたい。

高度で多様な生活の器としての住宅：戦後からこれまでわれわれの住宅は食寝分離（寝る所と食事する所を分ける。たとえば，ダイニングキッチンの普及）と就寝分離（子供がある一定の年令になると親から分かれて寝る）の確立がテーマであったが，これからは1人1室とリビングルームの確保に主力が注がれよう。また，十人十色になるであろうといわれる国民の生活の個性化や多様化に対応するため各戸，各室が一つ一つ別の顔をもったり，伸縮可能な「成長する家（グ

ローイングハウス)」や部屋の間仕切りを自由にかえうる可変型住宅，順応型住宅の普及が期待されよう。一方，生活の高級化をうけて，足首までうまるジュータンで敷きつめられた本格的洋間，磨かれた床柱が光る本格的日本間等，手づくりで格調ある空間も欲求されよう。そして，ミニュチェアデラックス好みの日本人の体質を反映して住宅設備のデラックス化も進み，これらに対応して設備機器をどこへでもプラグインできるような配線配管計画が必要となろう。

老人のスペースを考えた住宅：家族制度の崩壊のみならず，人口の都市集中から住宅難，これをうけての狭小住宅生活であるが故での老人無視がこれまで続いてきた。しかし，わが国も間もなく全人口の約2割を老人が占めようとしている現在，老人問題は無視できなくなってきた。したがって，老人室のある大型住宅や隣りあわせに住む隣接ペアー住宅，近くに住む近接ペアー住宅等の本格的供給が進むものと思われる。

量産化，工業化された住宅：性能向上とコストダウンを目標に住宅の量産化，工業化の促進が期待される。これにより部位部品のシステム化が進み，部材のリース方式等のソフトの研究も相まって先に述べた可変型住宅，順応型住宅等が実現されよう。住戸スケールではユニット化，カプセル化が進み，たとえば，先ほど新聞にも出たような住戸の内外をまるごと洗えるような住宅も出現するであろう。そして住棟スケールでは人工土地が精度よくつくられ，それに住戸ユニットをはめ込む光景が随所でみられるようになるものと思われる。

立地にあわせた形式の住宅：住宅が集合形式か1戸建形式かは主として人口密度に関係する。都心に多い前者は対通勤や施設利用等に，また，郊外に多い後者は対自然環境等に長所をもつ。狭い日本，とりわけ大都市圏内では土地の有効利用をきちんと決めないと今後ますます郊外へのスプロール化は進む一方となろう。したがって都心部は建物の低さ制限を行い，都市の立体化，高度化を図る一方，郊外は高度制限を行う必要があろう。一般的には都心は高層集合住宅化，近郊はタウンハウス(連続テラスハウス)化，郊外は独立住宅化とすべきであるし，なるであろう。日本人はなじめないのではないかといわれていた高層集合住宅も，もう20数年の歴史をもち，そこで生まれ育った人達にも成人になった人が出はじめているが，それらの人達が高層集合住宅をどう受けとめているかがポイントとなりそうである。そして現段階ではこれを是とする見方が強いように思われる。

その他(セカンドハウス等)：余暇時間の増大に伴い，セカンドハウスが日本でも関心を呼ぶようになった。フランスではかなり前からファーストハウスとセカンドハウスのセット売りが行われているという。またトレーラーハウスの流行も耳にする。しかし日本の国情(国土の狭さ等)からいってファーストハウス以外に各戸がセカンドハウスをもつことは不可能に近いといえるであろう。したがって，共同利用できる国民宿舎や貸別荘等の充実が現実的ではないだろうか。

これからの住宅都市

これからの住宅都市はひと口にいって「人間的な都市」の再建といえよう。以下，具体的にふれてみたい。

調和のとれた地域社会：「健全な社会には健全な人間が育つ」と古くからいわれて来たが，いまの社会は偏った階層でおのおのの地域が構成されている場合が多く，たとえば，そこでは老人が1人さみしく死んで行くというドライでさつばつとした生活が営まれている。この欠点をなくすためあらゆる階層（職業，所得，年令，住意識，趣味等々）の人達が一緒に住めるフルファミリーの地域社会がぜひ必要で，そのためには住宅も大規模化するだけではなく，単身住宅～4居

随想

住室住宅，老人向け住宅，身障者向け住宅，可変型住宅等をいろいろ組合せてつくってゆく必要があると思われる。そして住宅の組合せに際しては 4〜5 戸の組合せから都市の大きさまで，まとまりある単位（コミュニティ単位）を大切に計画すべきであろう。

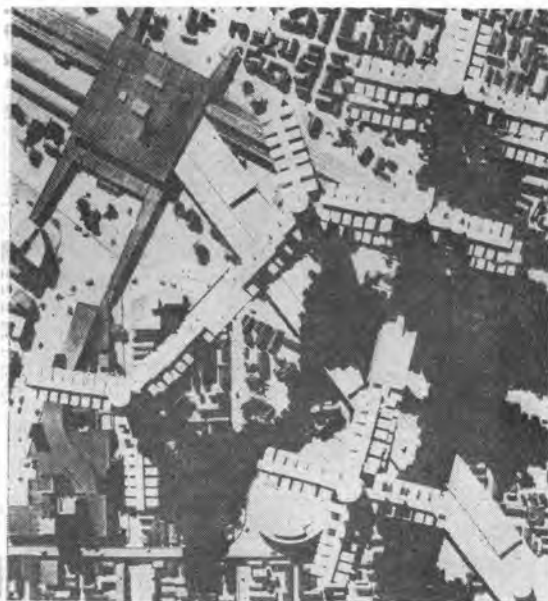
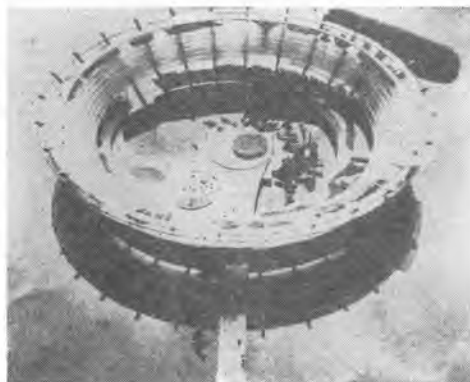
広い緑のスペースと充実した公共施設のある都市：これまでの公園の面積不足を反映して，これからは公共団体，民間を問わず都市の開発にあたってはこれらオープンスペースの確保に全力が注がれよう（**写真—1** 参照）。そしてこのオープンスペースには緑道，自転車道，四季の変化をつげる花壇，プール，児童館，図書館，グランド，テニスコート等が配され，学校，幼稚園，保育所も関連して計画されることであろう。一方，公益施設として各種官公庁や体育館，公会堂，郷土館，老人館，青年館等の文化施設，さらに総合病院，各種専門医院等の医療施設，そして商店やスーパマーケット，レストラン，ボウリング場等の商業施設が集中的に充実した形で用意され，オープンスペースと同様に今後増大するであろう余暇も満たしてくれることになるものと思われる。

高水準設備，装置とシステム化：都心再開発地域や都市近郊の高密度地域では個々の住環境が悪化し，4時間日照どころか2時間日照も不可能になってくることが考えられる。したがって，この性能低下の代替設備として地域暖冷房や共同乾燥設備が注目されてくるであろう。また，ゴミ戦争で代表されるゴミ問題解決策として真空輸送システム（地域的大型掃除機）が，また，土地の高度利用は地下も駐車場等に使用するのでいろいろなパイピング類を一緒に納める共同溝がつくられるようになろう。そして非効率なバスに代る無線バスや動く歩道も駅やビル等で当り前にみられるエスカレータのように一般化するものと思われる。さらには電波障害解消のため敷設される同軸ケーブルを利用してこれまで述べた諸設備，装置を含めた都市設備全般がシステム化され，省力化，合理化の徹底したコントロールがなされるものと期待される。同軸ケーブル利用例といえば，ワシントン郊外の森と湖で囲まれた美しいレストンという住宅都市（1963〜1980 年建設，人口 75,000 人）があるが，ここでは，米国で最も進んだ CATV システムが導入され，ケーブル都市のモデル都市とされている。TV，FM 等の再送信および自主放送だけでなく，教育，医療等の諸相談，計算，映画リクエスト等の諸サービスがなされ，自然の中にありながら都心生活以上の便利さ，楽しさが得られるという素晴らしい環境づくりがなされており，今後の住宅都市のあり方の一例として参考になるものと思われる。

写真—1　レイクショア・ドライブ（シカゴ）
豊かな美しい緑が超高層住宅地にとけ込んでいる。

さらに未来の住環境を求めて

これまで述べた近未来の想定は，たとえば現在の住生活の延長線上を分析することでとらえることができる。さらに，それより先の遠未来については，都市形態の面から追求し，提案されているものが多い。遠未来の計画はそれなりに住環境計

随想

写真―2 磯崎新：空中都市計画
空中都市の下に既成の市街地が拡がっている。

写真―3 ポール・メイモン：モナコ王国拡張都市計画
モナコ王国拡張のため人工環礁を計画し，海上に新都市を建設する案

写真―4 G.A. ジェリコ：モートピア計画
5階建住棟の屋上を道路とし，地上を人の空間に解放した案で，モデル敷地はテームズ河河川敷

画の発展に大きな意味をもつことはこれまでにもいろいろ指摘のあるところである。有名なフランスの建築家ル・コルビジェは現在われわれが遭遇している都市計画の難題をすでに 50 年前「輝く都市」で予言し，その解決法に多くの示唆と教訓を与えた。古くは有名なハワードの田園都市論，新しくは菊竹清訓による塔状都市，海上都市，大高正人による海上都市，磯崎新による既成市街地上に架構する都市，丹下健三による東京湾上都市，西山卯三によるイエポリス，フランスのポール・メイモンによるモナコ王国拡張計画，イギリスの G.A. ジェリコによるモートピア計画等，枚挙にいとまがない。

ここでは参考例として磯崎新（**写真―2** 参照），ポールメイモン（**写真―3** 参照），G.A. ジェリコ（**写真―4** 参照）の諸案を紹介した。いずれにしても，これら諸案は経済，社会，精神の各面からの検討がなされていないものの，将来の住環境想定に何か夢をいだかせてくれる役割りは十分ありそうである。

* * *

以上これからの住宅および住宅都市をテーマに話を進めたが，われわれの住環境を確かなものにして行くためにはめまぐるしく動く現代の住生活，住環境に沈没することなく，国民全体で今後とも将来への展望をもちつづけなければと思うのである。

（日本住宅公団東京支所計画部）

随想

今日もまた「道路さん」は行く

藤原　武

つい3，4年前までは「用地買収が終ったら，道路をこしらえる仕事は，もう8割方済んだのと同じことだ……」といわれたものだ。

用地買収には相手がある。それは自分勝手で理屈っぽく，欲の皮の突っ張った人間様だから，そう簡単にいくはずはない。何度も足を運んで怒鳴られ，スカされ，嚇かされて，頭をペコペコ下げた挙句にヤッと印判を押して貰えた時の嬉しさ……，何ともいえないものである。

しかしこの印判を押して貰いさえすれば鬼の首を取ったも同然……。道路工事に取り掛かれば「道路さん」はもうお手のもので，誰の手も借りずに自分だけでできることだから，やる気を起こして奮励努力すればよい。あとは日一日とでき上っていく道路工事をジッと見ていれば，少しぐらいの苦労などたちまち消し飛んでしまうものだ。

近頃はこれが，「道路の計画を地元の人達が納得してくれさえすれば，もう道路の仕事の8割までは終ったのと同じことだ……」と，こう変ってきた。

新しい道路ができることによって環境がどのように悪くなるか……が，まず問題となり，道路計画を地元に説明する段階で人々から反対の声が湧起こる。このとき，道路ができるとどのように便利になるか，ということは決して議論に上ってこないから不思議であるが，いずれにしてもそれは用地買収以前の問題であり，用地のかかる人達よりも，道路に沿って残る人達からの声なのである。

「騒音や排気ガスをまき散らす道路建設反対……！」

こうなってくると，道路は全くの敵役に廻る。道路こそはノイローゼ，ツンボ，喘息などを引起こす病原であり，緑を枯らして自然を破壊するほかの何物でもない……かのように思われてしまう。

とにかく，地元皆さんの納得ずくで道路づくりに取り掛かろうというのだから，納得のいくまで何回だろうと出掛けて行っては，道路構造や公害対策の説明をする。何百人もの団地族の真ん中に立たされて吊し上げられ，また，時には押しかけてきた「何とかを守る会」の人達に1室に10時間も閉じ込められる。何の因果でこの苦労……と思い悩み，しまいには，そんなに反対ならばいっそのこと道路づくりをやめてしまえ……などと不貞腐れる。

しかしここで一番，よく考えてみなければなるまい。

日本のクルマの数は1,300万台といわれ，日本人8.5人に1台の割となる。自動車運転免許保持者の数は2,000万人，およそ5人に1人が免許を持っている。いずれもここ数年凄まじいばかりの増加ぶりである。

これだけクルマの数や免許保持者の数がふえてきたということは，何のことはない，日本人がクルマをますます必要とするようになったことを示している。クルマがそんなに公害をまき散らす極悪人ならば，誰がクルマを買い，誰が免許を取るであろう……！

「道路建設反対！」を叫ぶ人達も，毎日クルマで通勤し，日曜日には家族連れでドライブに出掛け，そして反対運動のためにクルマで駈けずり廻る。そしてこんな風にいうのである。

随想

「騒音や排気ガスをまき散らすクルマ公害には反対だ! しかしオレのクルマだけは特別だ……」と。

クルマは現代人にとってまだまだ不可欠のものであること，そして新しい道路もますます必要になってくることを「道路さん」はシッカと胸に畳んでおくがよい。

*　　*　　*

「道路建設反対!」には，まず「騒音」と「排気ガス」が顔を出すものと相場がきまっている。ほかに「日照」，「電波障害」，「地域分断」などもあるが，「一に騒音，二に排気ガス，三，四がなく……」といったところである。

この騒音を「環境基準」に定められた数値より小さくすることが，近頃の「道路さん」に課せられた宿題の一つである。何とかこの基準に合うようにと，大いに首を捻ってみるが，これがなかなか容易なことではない。

道路脇に4階建のアパートがあるからと，高さ8メートルの遮音壁を立ててみた。まるで監獄のように高い塀で取り囲まれた道路を走ると，見えるのは青天井ばかり……何となく情無い思いにかられて思わず溜息が出た。

「道路騒音」と言うが，それはクルマのエンジン音とそれにつながる機械音，クルマが空を切る音，そして，タイヤと道路面との摩擦音とから成立っている。その大部分はクルマの出す音であるにもかかわらず，「道路騒音」と呼び，道路にその責の大半があるかのように言うのは奇妙なことだ。クルマが走らないときには道路はコトリとも音を立てず，シンと静まり返っている。「クルマ騒音」と言うべきである。

先日，ある所で騒音測定に立会った。道路には溢れるように沢山のクルマが流れていた。その道路脇に立って，70ホンを越える騒音に身を曝してみたが，格別耐えられぬ音とも思えなかった。

しかし時折，大きなトラックがつむじ風を巻上げて走り過ぎると，騒音計の針は100ホンにもはね上り，耳を覆いたいような心持ちがした。大型のトラックの発する音は乗用車の10倍と思ってよい。大型トラックというのは，重い荷物を運ぶことに専念して設計されるから，発する音のことなど一顧だに与えられていないのである。

「クルマ騒音」を減らすには，その責任の大半を背負うクルマ自身こそ，そのために力を尽すべきである。中でも大型トラックは「クルマ騒音」の元凶であることに思いをいたせば，まず第一番に，大型トラックの発する音を小さくすることに着手しなければなるまい。

「騒音」にはクルマと道路面との摩擦音もあるから，多少ながら道路も責任を覚えるにしても，「排気ガス」となるとこれは全くクルマだけのもの，道路には全く関係のないこと，誰が見ても明白である。本来純朴にして責任感のすこぶる旺盛な「道路さん」がここで何をどう間違えてか，「みんなアタシが悪いのヨ……」とばかりに騒音のみならず「排気ガス」まで引っかぶろうとした。しかし，それがどうしようもないと気付いたとき，頼みの綱は「マスキー法」であった。米国でつくられたこの法律を，そっくりそのままわが国に持ってきた。クルマの機能を改善して排気ガスの中の害毒を減らそうとするその試みが，果たして予定通りにうまくいくものか，何となく心細い思いもするが，これしか方法がないのだから仕方がない。

「騒音」から「排気ガス」へと，クルマ公害の焦点が移ろうとしている今日もまた，人の好い「道路さん」は「マスキー法」片手に孤軍奮闘しているのである。

（建設省関東地方建設局道路部）

随想

海底と鉄道

持　田　豊

昭和41年11月22日の午後，それまで一時静まりかえっていた竜飛崎の西海岸には西風が急激に強まり，海に黒い波が立ちはじめるとたちまち大波となり，海岸の岩塊にたたきつけはじめた。とみるまに，海は巨大な壁のようにわき上り，その表面は泡だって，海が黒から白いものに変って来た。その時の青函トンネル本州方斜坑入口の風速計は振り切れ，岬の丘の上の灯台の風速計は 67 m/sec を指していた。

その年の春から竜飛で直轄ではじめた工事のため，作業員宿舎が坑口に近い谷間のほとりに建っていた。ブロック造，屋根鉄骨板張りの亜鉛鉄板が片端からめくれ，強風にあおられて屋根板も全部飛散し，さらに，めくられた鉄板が大塊となって電柱を壊わすといった惨憺たるありさまであった。住んでいた家族の退避した屋根のない宿舎には強風につづく吹雪が降り積り，引越し間もない家財道具も雪の中にうずもれるのみであった。

この強風の原因となった低気圧は津軽海峡の近くで急激に発達し，青函連絡船も欠航を余儀なくされ，欠航直前の便がようやく函館に着いたときには2人の乗客が船酔いで入院する始末であった。このような急激な状態でなくとも低気圧は常にこの津軽海峡を西から東へ通る。低気圧の来る前は天候は穏やかな状態で，近づくと南東の風が吹き，通過すると西北の強風が吹くというパターンであるが，必ずしも規則的でないので始末が悪い。冬はこのようだが，夏は逆に極めて穏やかで，快適な日々である。

このように海峡の天候は極めて多様で，しかも海潮流が強いので幾多の遭難の事例もあり，交通の難所とされて来た。江戸時代の松前藩の参勤交代のコースは北海道の吉岡港から本州の三馬屋（三厩）港に至り，陸路松前街道を青森へ出るのであって，天候次第では幾日も吉岡や三馬屋で船待ちをするのである。三馬屋では松前の殿様が天気待ちで1カ月以上も長期宿泊をされ，お下げ渡しの金品で極めてうるおったという話がある。

昔はこのようにのんびりと待てば天気のよい日に海峡を渡れるので，必ずしも交通の難所とはいえないのかも知れないが，列車が長く遅れると駅長がつるし上げをくう現在ではとても大変なことである。交通の難所は社会的な条件にも大いに左右されるものであろう。

海峡は，いずれにもせよ，多少はこのような交通の難所であり，日本のような島国ではこの難所をなんとかしないと現代では立ち行かなくなるというので，関門海峡はすでに鉄道，道路の2本のパイプが通り，さらにそれが倍増しようとしている。現在では津軽海峡にはトンネルが，明石瀬戸―鳴門，備讃瀬戸，来島海峡には橋梁が工事中である。海外では英仏海峡が調査坑の工事を開始している。これらの海峡は津軽海峡の 140 m を最深として明石の 100 m を除いてはすべて 100 m 以内である。

大陸周辺の水深 200 m 以浅の海域が大陸棚と呼ばれるのは周知のとおりだが，これらのトンネルも大陸棚の一部につけられている。大陸棚は日本周辺では陸地面積のほぼ 70% を占め，朝鮮半島や樺太につながる。この大陸棚をたどれば南へは台湾までつながることになり，中国大陸を南下するとほぼオーストラリア近くまでつながることになる。しかし，大陸棚の現在での経済

随想

的な価値は海底油田であって，海洋開発のほとんどがこのエネルギー資源の開発にあるといってもよい。巨大な掘削用プラットホーム，海底採油装置，海底調査法等この大資源のために開発され，それからの資金力でさらに進められつつある。

一方，海底トンネルはそれらの一部を掘削するが，調査方法はほとんど石油開発からの変形に仰いでいるのが実情である。日本でさきにあげた海峡連絡以外に過去にあがった，あるいは現在あげられようとしている海峡連絡ルートとしては四国と本州との間の紀淡海峡，四国と九州との間の豊予海峡，さらに東京湾口があげられ，過去には日本と大陸との間を結ぶ朝鮮海峡路線があった。

これらの中で，朝鮮海峡は実際に調査に着手されたのは昭和 13 年で，陸上部の地質調査や図上選定を終えて海底地質調査の始まったのは昭和 16 年である。この計画は佐賀県の呼子から加唐島等を経て壱岐に至り，壱岐を縦断して勝本から対島海峡を渡って対島の厳原の付近で顔を出し，さらに潜って朝鮮海峡を横断して巨済島に至り，巨済島を縦断して再び海に潜って馬山に着く案で，対島，朝鮮両海峡がそれぞれ 40 km, 50 km を越え，九州～壱岐は約 18 km の海上距離で，陸上部を入れると呼子～馬山間約 180 km 以上に及ぶ延長で，最大水深は 200 m 以上となっている。昭和 16 年には呼子～加唐島間の当時としては画期的な海底弾性波式探査を終り，ついで壱岐との間の調査の準備を終えて着手しようとする日に，付近で帝国海軍の潜水艦が沈没し，そのため海中における爆破作業（弾性波の起振）は一切禁止され，ついに中止のやむなきに至った。その後間もなく太平洋戦争に突入して全面中止となった。

この計画はいわゆる弾丸列車計画の一環で，広軌（現在の新幹線軌間）である大陸の諸鉄道と東京とを結び，当時として可能ならば東京発ベルリン行きをという意気込みであった。現在ではまったくその論議もないが，もし仮にその必要が出ても，国際間のこととして，英仏海峡トンネルが試掘を 1880 年代に実施しながら約 100 年の後の今も調査坑着手といった状態なので，技術的問題以上の諸問題が多いであろうことは想像に難くない。

国内では豊予海峡が新幹線の基本計画にあげられようとしており，最も可能性が高い。豊予海峡トンネル(仮称)は海上距離約 14 km で，延長 57 km 程度となり，最大水深は 164 m である。水深においては青函よりも 30 m 近く深いが，海底部分は 9 km ばかり短い。地質は中央構造線の南の変成岩地帯なのでかなり断層等が多いので，青函の本州側のように注入止水が不可欠の要件となろう。岩質は結晶片岩類が主で，一部に蛇紋岩が入っている。岩質としてはトンネルボーリングマシンで切削できそうであるが，断層の処理や部分的な石英脈などで問題もあろう。

豊予海峡の佐田岬から四国の主軸に沿って東へたどると淡路島を経て紀淡海峡にぶつかる。この紀淡海峡は，幅そのものは 11 km あまりだが，間に沖ノ島外の島があって，最大海峡幅は 4.2 km であり，狭い。東京から四国主軸への最短距離となるので，かつて明石海峡の調査以前に比較検討されたが，水深が 120 m で明石海峡より深いことと，本州側と淡路側の地質のズレが数 1,000 m もあって，海峡に大きい断層が予想される等の理由で当時としては明石海峡をはるかに有利とした。現在では技術の発達で必ずしも不可能ではない。東京～四国～東九州の最短コースと相まって，数 100 km で接する本州～四国間の第 4 本目のルートの将来の候補地であろう。

このほか，東京湾口も 7～8 km で水深は 70 m 程度なので東京湾環状鉄道の計画もほど遠い話ではないように思われる。

これまでの話では，いかにも日本の海峡をトンネルで片端からつなぐように聞えるが，実情はそうではなく，海峡トンネルはまだビッグプロジェクトの一つである。たしかに湧水，断層，施

随想

工機械，換気その他どれをとっても大きい技術的な問題を含み，未解決の分野も多いのである。しかし，海峡トンネルの建設がビッグプロジェクトでないような状態にすることが望ましいことであろう。すなわち，かつては長大トンネルがビッグプロジェクトであったが，現在では 10 km 以上の長大トンネルは数えるいとまがないぐらいに建設され，あるいは建設中である。

技術的な慢心は戒めねばならないが，いまやそこに山があるからトンネルを掘るに近い状態である。そして海峡も，そこに海峡があるから……といった状態に早くなりたいものである。そのためには海底トンネルの第一義の安全性が素直に確保できるような技術的な水準があがらねばならない。安全のためには最も簡単なことはなるべく人が切羽に（不安定な個所に）いないことである。そして，一方では不安定な状態をなくすることであろう。

まず，不安定な状態をなくすためにはまず相手の性質を十分以上に知り，すなわち，十分な前方予知もやり，湧水をあらかじめ止めて地山を固めて行くことであり，人をなくすることは機械化して遠方制御が可能になるようにすることである。日本の地質は多種多様で，海峡も同様，それ以上に複雑な場合が多いので，機械もそのような多様性に対応しうると同時に，地山の方も機械に合せて程度に応じて改良する，機械の性能と地山の改良の双方からのアプローチが必要で，そのために前方の完全予知も不可欠であろう。

このような諸技術の進展によって「そこに海峡があるから」という段階に早くなりたいものである。

（日本鉄道建設公団設計室）

随想

ラテンアメリカとヨーロッパ（4）

加藤三重次

私たちの手に入れたパリ行き国際列車の切符はいわば3等寝台といってよかろう。上級のものはすでに売りきれてしまっていた。

3月10日夜19時，汽車はマドリッドを出発した。箱は6人乗りのコンパートメントで進行方向に直角に区切られ，広くゆったりしているのはいわゆる広軌（5 ft 1 in）であるためであろう。最上会長と私は同室であったが，三谷君の箱は三つほど先であった。しかし，私たちの箱にはほかには男女1名ずつしかおらず，三谷君もこちらに移り，同室できたのはまことに幸運であった。隣りの箱には小さな2人の女の子を連れた日本女性がいたが，なかなか美人である。話によると夫君は建設省関東地方建設局企画部企画課に勤務する土木技術者とのことである。

しばらくして，買物から帰って来た無精ひげのこい青年技術者紀陸富信君は東大の土木を昭和40年に卒業した会長の教え子であることがわかった。一昨年秋からフランスに留学し，3月一杯で帰る予定なので，パリ～ローマ～マドリッド～パリの3角コースの家族旅行の最中に，例の航空機の空中接触事故の影響を受け，パリに帰るためには汽車によるほか仕方がないとのことであった。彼の話によると，パリには東大土木出身の留学生は7人ほどいるそうで，パリ到着の明11日は日曜日なので連絡がとりにくいが，12日には留学生を集めて同窓会を開きましょうと約束をした。サンパウロでフジタ工業の渡辺君に逢ったときも奇遇であったが，航空事故のため汽車旅行に変更したばかりに紀陸君に逢い，それが縁でパリで同窓会を開くことになるとは，偶然というものはまことに奇妙なものである。

21時頃車掌が来て検札をしたが，まもなく夕食を持ってきた。折畳み式の卓を窓際のさし込みを利用して即席の食卓を設け，紙の弁当箱とビニール袋に入ったパンとを支給した。さすが国際列車だけあって食事付だが，これは初経験であった。その内容も豊富だし，味も悪くない。

さて，ここで一寸心配になったのは，スペインの汽車のレールのゲージは広軌で5 ft 1 in あるのに，フランスのレールのゲージはスタンダードで4 ft 8 in 1/2 なのである。マドリッドの土屋通訳の話では国境でゲージを狭めるということだったが，はたしてそううまくゆくのかどうか気がかりである。旅の疲労でぐっすり熟睡していたが，夜中に寝床がやや斜めになったような感じがしたが，そのまま朝を迎えた。国境で列車の車体を持ち上げ，ゲージを狭めたはずだが，真夜中のこととて乗客は全然気づかない。

窓外はもはやフランスの土である。見渡す限り広々と肥沃な紫ずんだ黒土の連なり，季節はずれで青いものは麦畑ぐらいだが，葡萄畠，野菜畠などやっとそれとわかるぐらい。川がときどき見えるが，土地が平坦なせいか流れはゆるやか。日本と違って釣人も見当らぬ。点々とある家屋も古びてあたりの景色に調和している。大きな建物はワインの製造所でもあろうか。放牧場の牛や馬が芽ばえはじめた緑の草を悠々とついばむ光景はヨーロッパの至る所で見られるが，何ともいえず微笑ましく，詩情あふれる風景である。

ジャンヌダルクを生んだオルレアンからは1条のモノレールがパリに向けて延びているのが見える。Aero Train といい，G.T.M. と S.E.E.E. 両社の建設にかかるものだが，それがパリにまで達せず，ポツンと途中で切れている。前回来たときの話では，オルレアン～パリ間を結んで通勤用として実用に供するという話だったが，未だその域には達していないのだろうか。

パリに着いたのは10時すぎだったが，駅には山川夫人という女性通訳が迎えに出ていた。紀陸君一家とは再会を約して別れを告げ，私達はシャンゼリゼーにほど近いカリフォルニアホテルに落着いた。

随想

パ リ

古い歴史をもつ花の都パリ，この華かな都会への訪問は私としては3度目である。私はパリが大好きである。この街の色調は淡いブルー，淡いピンクといずれも色彩は中間色，ここにはアメリカの強烈な原色のどぎつさもなく，さればといってドイツに見る濃い褐色や，イタリアの錆びた黄褐色もない。そこに心のやすらぎがもとめられるのであろうか。そして何よりもここには自由がある。

モンマルトルのテルトル広場

最上会長は数年前，土質工学国際会議がパリで開かれたとき，10日ほどパリに滞在したことがあり，パリには詳しいとのことで，山川通訳は明12日案内を頼むこととし，日曜日のことでもあるからと帰ってもらった。

最上ガイドの案内で市内を歩きまわったのだが，もっぱら地下鉄とテクシーの厄介になる。久し振りに見るパリはいろいろな建物，構造物を洗い直したせいか4年前よりはだいぶきれいになっている。地下鉄も世界一汚ないといわれていたが，今度見る地下鉄は，新設の地下鉄はもちろん立派だが，古いものも皆洗い上げ，特に汚ない洗いのきかない場所はきれいなカラータイルを張ってまるで見違えるぐらいきれいにしている。

エッフェル塔，シャンゼリゼー，コンコルド広場，モンマルトル，サクレクール寺院など，なつかしいパリ名所を見て歩く。凱旋門は4年前は足場が縦横に設けてあって洗い直しの最中であったが，このたびは戦時中の偽装迷彩がきれいに洗い流され，大理石の肌がつややかに現われ，高さ 50 m，幅 45 m の白亜の美事な建造物に復元されている。

モンマルトル付近で曇天が小雨にかわり，有名なテルトル広場の画家たちもまばらにしかカンバスがなく，似顔を描いてもらっている観光客も見当らない。あまりきれいともいえない小さなレストランで昼食をしたためたが，クロワッサンが意外に旨く，「さすがパリだな」と感心する。ただし，トイレが地下室になっていて，その汚ないのには閉口した。

パリの3月

セーヌにもどり，ノートルダム寺院を遠望し，夕方になって雨もやんだのでルーブル美術館近くのチュイルリー公園の池のほとりのベンチに腰をおろし，池にヨットを浮かべて遊ぶ子供たちを見たり，散策するアベックのラブシーンを見たり，久しぶりにゆったりとした気分で，ぼんやりと1時間ほど過ごした。

夕べの肌寒さに気づいてホテルに帰ることにしたが，チュイルリーと道路をへだてた一角にスーベニールの店が並んでいた。あいにく日曜日なのでディオール，カルダン，ジャルダンの高級洋品店は休んでいたが，安物のスーベニールの店は何軒

随想

か開いており，絵はがき，複製名画，名所スライド，ライター，ネッカチーフなどありふれたものばかりが並んでいる。何という遊戯か，砲丸投げの砲丸をすこし小さくした鉄丸を投げて技を競っているのがやたら目をひく。大の大人があちこちの広場に集まっては鉄の玉を投げ，ときどき喝采拍手する。ルールのわからない私達は面白くも何ともないが，けっこう熱中しているところを見ると面白いのだろう。いずれは日本にも渡ってくるかも知れない。

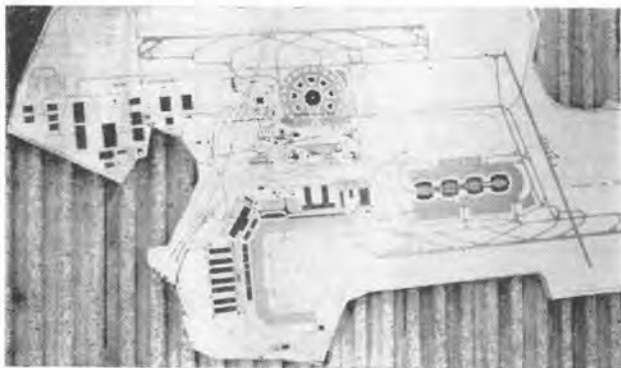
チュイルリー公園

ホテルに帰ってしばらくすると，パリに留学している新構造技術株式会社の横岡君が訪ねて来た。彼は半年前から S.E.E.E. 工法のＰＣコンクリートの研究でフランスに来ている。同志中岡二郎博士のいる武蔵工大の卒業生でなかなかの勉強家である。私が上記会社の会長をしている関係でパリ案内役を買って出た。彼の案内で近くの日本料理屋に行き，夕食をとった。

パリには日本の料理屋が何軒かあり，一応日本料理は何でもあるし，結構うまいが，値段の高いのには驚く。大体日本の 2〜3 倍と思えばよかろう。私達も日本酒を飲み，天ぷら，湯豆腐，味噌汁で御飯を食べ，玉露のお茶で満腹した。汽車で逢った紀陸君の話をすると，横岡君もパリの留学生とは親しくしているそうで，翌日の同窓会の段取りを引受けてくれたので一安心。

翌3月 12 日は現在建設中のパリ北空港を見学した。山川通訳の案内だが，あらかじめ許可をとってあるのでスムースに見ることができた。見学者に対しては専門の説明係りがいたが，日本に数年いたことがあるそうで，日本語がきわめて流暢で通訳の必要がまったくない。日本人の見学に対しては必ず相手になるとのことである。

オルリー国際空港は西空港を増設したので容量は大きくなったが，それでもヨーロッパの中心ともいうべきパリの空港利用者は激増しているので，この北空港建設を計画したのだそうである。その規模はオルリーの約2倍ぐらいであるが，オルリーがパリの南側にあるのに対し，パリの北郊外にあるので北空港と名付けたとのことである。

主な建造物はほとんど完成しており，コントロールタワー，主滑走路など主要施設もほとんどでき上がっていた。乗客や貨物の混雑を捌くため中央で立体交差により最短距離で連絡できるようにしたり，駐車場には屋根の上をあてたり，その他いろいろ新機軸を加えている。ただし，主建物の柱が曲線的なのは，例のアーキテクトの美的感覚を強調したものらしいが，むだな材料使用と施工に難があるからあまり感心はできない。完成の暁にはパリ名物の一つになると思うが，それまでにはまだ2年ぐらいかかるとのことである。

パリ北空港プラン

随想

北空港とオルリー空港との連絡はAero Train(アエロ・トラン)方式のモノレールでつなぐ計画である。アエロ・トランは先に一寸ふれたS.E.E.E.社のパテントである。横岡君はS.E.E.E.社と技術提携をしている新構造技術の設計部次長であり，私は会社設立から関係しており，当初より会長を引受けているのである。

閑話休題

北空港視察後，LA DEFENSE（副都心）にあるS.E.E.E.社を訪れた。横岡君からあらかじめ連絡してもらったクーボン博士に面会するためである。クーボン博士はS.E.E.E.社の技師長であるが，もとは建設省の技師長をしたり，建設大学の教授でもあって，いわゆるS.E.E.E.工法の発明者である。創意の才があり，フランス有数の工学者として知られている。日本にも2回ほど講演旅行に来ており，私とは旧知の間である。

クーボン博士の招待で昼食をご馳走になる。この食事はうまかった。ワインも吟味したコクのある味わいがあり，前菜，肉料理も量は少ないが，深い滋味ともいえるうまさを感じた。デザートのシャーベット，コーヒーの味もまた格別である。フランス料理は世界でも最高といわれているが，あるいはこのレストランのコックは相当な名人なのではなかろうか。

最上会長も永い間土質工学の分野で活躍されていて，フランスにもその方面の知己が多いので，その人達の近況を聞いたり，クーボン博士の研究を話題にしたりして大いに興じておられた。また，クーボン博士はワインに詳しく，それこそ口角泡を飛ばしてワイン談議に自ら酔ってしまい，昼食に2時間ぐらいかかった。

クーボン博士の案内でS.E.E.E.社の設計室を見せてもらったが，数10人の設計者が製図板に向って黙々として働いている様は日本のそれとあまり変わりがない。ただ，コンピュータ組入れの設計機械が挿入データによって針の先で図面を引き，説明まで書いてゆく様はまことに美事，あるいは日本にもすでに使用されているかも知れないが，不敏にして私は知らないため感心した。もし，日本でまだ使用されていないなら，省力のためにも，正確な設計のためにも導入したいものである。

いったんホテルに帰り，夜は紀陸君のアパートで同窓会を開く。会するものは佐藤吉彦（昭35博，国鉄），増田　裕（昭37卒，経企庁），宮本征夫（昭41卒，国鉄），紀陸富信（昭40卒，建設省）の諸君と私達3人の計7名，それに横岡君が特別参加した。なにしろ急なこととて紀陸君夫人はてんてこ舞いをしたものと思う。椅子，卓，食器などは隣近所からかき集め，料理の材料も恐らくは朝からかけずりまわって買出しをしたに違いない。ここに紙上であらためて厚く感謝の意を表する次第である。

パリ北空港コントロールタワー

シャンペンとワインをチャンポンに飲んだのがいけなかったのか，酒に弱い私がまっ先にダウンした。頭が割れるように痛くなり，視界はぼやけ，目まいがして来た。長椅子に倒れこみ，毛布をかけられてしばらくは悪酔いと悪戦苦闘する。頭痛がおさまるとどうやら一眠りしたらしい。ハッと目がさめておき上がって見ると，どれほど時間が立ったのかわからぬが，杯盤狼藉の上に最上会長がベロンベロンに酔って大声で何

随想

かわめいている。フラフラしながら三谷君の膝の上に腰をおろして，共にうしろに引っくり返るやら，ようやく立ち上がったと思うと柱につかまりそこねて掌に擦過傷を作って血だらけになるやら，手がつけられない。羽田をたつ前最上先生の奥様にくれぐれも暴飲をしないよう気をつけて下さいと依頼されたのだが，私の意識不明中の暴飲では気のつけようもない。6時すぎから始めたが，時間の経過が早く，気がついたら10時をはるか過ぎていたのでホテルにひき上げた。その夜は酔いと疲労でベッドに入るや朝までぐっすり，白河夜船のていたらく，我ながらだらしない。

パリ・デファンス

翌3月13日はパリ最後の日，江本通訳の案内で知られざるパリを見て歩いた。江本君は年は37～38才ぐらいで，ドイツに2年ほど留学し，のちパリに移ってすでに8年ぐらい住みついたパリの日本人である。彼の奥さんは日本画の手法を洋画に採り入れて独自の境地をひらき，注目されているとのことである。私達は江本君に注文をつけ，あり来たりのパリ名所を避け，観光客の行かないパリを見たいと希望したところ，かくはパリの半面を見ることとなった。

パリの東側をマレー地区というらしいが，この辺は元来沼沢池であったのを埋立てて市場にあてたものらしい。現在は建物を取壊し中だが，これは建物自身が古くなったのと，せいぜい2階建ぐらいで土地効率が悪いので整理に踏み切ったものらしい。市場の建物は200年以上たっているが，鋳物の柱，窓枠にガラスをはめた恐ろしく広大な規模である。付近の建物も数100年を経たものが多く，煉瓦をつみあげて漆喰で固めたものが多く，崩壊寸前で，中には木材でつっかえ棒をあてがっているものもある。恐らくは貧民窟ででもあろうか。3～4階の暗い感じの建物が多く，狭い階段には裸電球がポツンと一つついていたり，人相の悪い老婆が扉のすき間からうさんくさそうな顔でのぞいたり，うす気味の悪いことおびただしい。たまにある商店にはセンスのよくない人形や，手造りの壁掛け，テーブルクロスなどを売っているが，その値段はおどろくほど高い。よほど物好きでなければ買わないのではないか。

パリ・マレー地区のアパート

ギルド時代の職工の作品である精密な模様を刻んだ木工細工，大工道具，何種類もの大理石の細工物などを展示した小博物館や，学生相手の科学博物館などもこの地区にある。科学博物館はむしろ歴史館ともいうべく，古の化学の実験器具，機械の発達過程を示す機械類など，これはなかなか面白かった。とくに初期の単葉飛行機が3機もあり，自動車の実物展示は発達過程を如実に示し，人力車まで展示してある。小中学生の科学教育には絶好の教材である。

随想

この日は一日中曇りで，ときどき小雨が降り，肌寒い天候だが充実した一日だった。午後はスイス航空の事務所に行ってチューリッヒ行きの航空機を問合せたところ，平常どおりとのことで一安心。

ユングフラウ

私達は江本通訳と別れる前，パリの有名な高級ショウ，すなわち，ムーランルージュやリドなどはすでに知っているから，私達の知らぬショウで推奨する所はどこであろうという問いに対し，クレージイホースと答えが返って来た。そこでホテルで予約をしておいて，横岡君の案内で中華料理の夕食をとり，夜9時からのクレージイホースに向った。会長は昨晩の深酒のため宿酔がぬけず，不参を表明したので，感謝の意をこめて横岡君を誘い，3名でショウ見物をした。予約金に 10 フラン，入場料 80 フラン，計 90 フランであるから日本金にして 5,000 円とかなり高いが，シャンペンが1本つく。

9時開演というので，その少し前に行ったのだが，すでに超満員で，人いきれでムンムンするが，予約のおかげか舞台から 5~6 m の割合よい席に割り込ませてくれた。ショウの内容は腹話術，漫才，軽口，煙の奇術などいろいろ盛沢山で，いずれも年季を入れた芸を次々に披露した。

しかし，何といってもヌードショウが圧巻であるし，お客さんもそれが目当てで高い入場料を出したのであろう。ヌードダンサーが 14~15 人ぐらいいて，ソロ，デュエット，カルテット，全員など，いずれも目先を変えたストリップで1枚1枚ぬいで行くが，いずれも最後は生まれたままの姿になる。日本だったらたちまち軽犯罪法で逮捕は免れないところだ。ヌードには全然わいせつ感がなく，むしろすがすがしい。

いずれも身長は 170 cm 前後の大柄な女性だが，顔もきれいで愛嬌はこぼれるばかり，白磁のような白い肌，プロポーションは抜群だし，しなやかな曲線美は美事というほかはない。頭髪はブロンド，プラチナブロンド，レッド，グレイ，ブラックと色とりどりだが，もう一つのヘアは青みがかったグレイで，これは統一されており，さながら芸術品を見る思いがする。たけの高さ

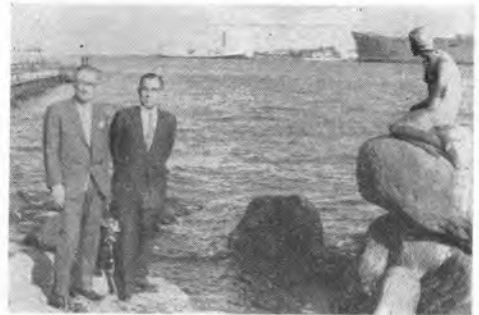
↑ ユングフラウ

ユングフラウテラス（左は会長，右は筆者）→

随想

ミュンヘンのショッピングセンター

グロッケンシュピール

BAUMA にて（会長と筆者）

コペンハーゲン・マーメイド（会長と筆者）

から察すると北欧の女性が多いようである。江本君の推奨どおりの見事なショウである。パリを訪れる人にはぜひ一見をおすすめする次第である。

パリ以後

パリからチューリッヒに飛び，チューリッヒから自動車でインターラーケンまで走って1泊。翌 15 日は5時起きでユングフラウに登り，アルプスの威容をまのあたりに見る。下山してその日はミュンヘンに飛んだ。16 日は目的の一つであるバウマ(BAUMA) 視察をしたわけだが，その詳細は本誌昭和 48 年7月号の三谷君の報告にあるとおりである。

ミュンヘンではオリンピック施設やグロッケンシュピールなどを視察したが，バイルハックジュニアの手厚い歓迎に会い，うまいドイツ料理やモカのコーヒーを味わい，ドイツビールに酔う。ビヤホールでヒトラー旗挙げの会場といわれるホーフブロイハウスも愉快だった。ミュンヘンでトンネル視察を志ざす三谷君と別れ，会長と私はコペンハーゲン経由北回りで東京に無事帰ったのは3月 19 日の夕方だった。（了）

（本協会専務理事）

ISO/TC 127 東京会議報告（1）

ISO/TC 127 東京会議について

東京会議実行委員会

昭和47年5月16日より19日にかけてイタリア・ローマ市で開催されたISO/TC 127/SC 2およびSC 3の会議において，次回の会議は昭和48年5月に東京で開催することが決議された。この決議に基づいて東京における会議開催に必要な諸準備を整えるため次の事業を行った。

1. 会議の準備

（1） ISO/TC 127 東京会議実行委員会準備会の設立

ISO/TC 127/SC 2およびSC 3の東京会議を成功させるため当協会としては当会議開催を協会の特別事業とし，ISO/TC 127東京会議実行委員会を設立してその任にあたらせることとし，昭和47年8月24日にその準備会を発足させた。引続いて8月30日と9月5日に審議を行い，ISO/TC 127東京会議実行委員会設置要綱案をまとめた。また，会議開催期日，会場，諸行事などについても検討を行った。

会議の期日については，協会の定時総会が5月17日に開催されること，出席関係各国委員に日本の建設機械の現状を見てもらうために建設機械展示会を会議期間に合わせて開催したいこと，土曜日の会議は避けること等を勘案して一応5月29日（火曜日）から6月1日（金曜日）までとし，5月29日，30日にSC 2の会議を，5月31日，6月1日にSC 3の会議を開催することとして必要な準備を行うこととした。

会場については，過去に他の学協会で開催した国際会議の実績を調査し，機械振興会館，東京プリンスホテル等について状況調査を行ったが，適当な広さをもった部屋，付属設備がないこと，同時通訳を行う場合，設備などに多額の費用がかかることなどが判明し，付帯設備なども完備しており，協会からも至近の距離にあり，事務所との連絡にも便であることなどから東京プリンスホテルを候補とすることとした。

この期日と会場については，同時に会議を開催するSC 2の幹事国であり，親委員会であるISO/TC 127の幹事国でもあるアメリカに都合を問い合せ，その承諾を得たうえでISO中央事務局の承認を求める手続きをした。中央事務局からは他の委員会と調整したうえで申し出のとおりを承認してきた。

諸行事としては，建設機械展示会の見学，建設機械製造会社の見学および建設機械化研究所の見学と京都見物がとり上げられた。

展示会については，例年行われる晴海会場で5月上旬まで国際見本市が開催されていたが，関係者の努力で5月25日からの開催が可能となり，建設機械製造会社については小松製作所のご協力で同社の大阪工場の見学が許可になった。

（2） 実行委員会の設立

昭和47年11月11日の理事会で前述ISO/TC 127東京会議実行委員会設置要綱が承認されて実行委員会が設立された。実行委員会には東京会議開催に伴う庶務的事項の処理および関連行事の実施に当るため業務委員会が設けられた。また，東京会議におけるSC 2のPメンバー，SC 3の幹事国およびPメンバーとしての業務についてはISO部会があたることとされた。業務委員会は11月2日，12月13日，1月17日に開催され，タイ

ISO/TC 127 東京会議実行委員会編成表

1. 実行委員長・副委員長
   - 委員長　最上　武雄　（社）日本建設機械化協会会長・工博
   - 副委員長　加藤三重次　（社）日本建設機械化協会専務理事・工博
2. 実行委員
   - 杉山和男　通商産業省
   - 西村　一　工業技術院
   - 上東広民　建設省
   - 山本房生　ISO部会部会長
   - 大橋秀夫　〃　副部会長
   - 中野俊次　〃　幹事長
   - 光石芳二　〃　第2委員会委員長
   - 森本蒸光　〃　第3委員会委員長
   - 野口四郎　〃　委員
   - 桑垣悦夫　業務委員会委員長
   - 三谷　健　建設機械化研究所
   - 坏　質　（社）日本建設機械化協会常務理事

業務委員会編成表

役職	氏名	所属
委員長	桑垣悦夫	運営幹事長・建設省
委員	沢田茂良	ISO 部会副幹事長・本州四国連絡橋公団
〃	宅間昌輔	工業技術院
〃	石塚瑞郎	三菱重工業（株）
〃	野村昌弘	日本国土開発（株）
〃	山口英幸	キャタピラー三菱（株）
〃	野口四郎	（株）小松製作所
〃	斧原幸二	大倉商事（株）
〃	藤本義二	建設機械化研究所
〃	千田昌平	建設省
〃	鈴木隆	建設省

ムスケジュール，セカンドサーキュラの検討を行った。このセカンドサーキュラは昭和48年1月31日の実行委員会の承認を得て関係諸国に送付した。

業務委員会では引続き4月19日，5月9日に会議出席者，パーティ招待者，挨拶，通訳，記念品，会議資料などについて検討し，5月16日の実行委員会で承認を得た。

（3） セカンドサーキュラの作成

ISO 中央事務局から会議関係国に送付される会議開催通知は期日と会場しか示されていないので，会議の詳細日程，会場，レセプション，見学会などの計画をもり込み，出席者の概略数を知り，ホテルの部屋を確保する必要もあってセカンドサーキュラを作成した。このセカンドサーキュラには会議出席予定者で日本に来たことのある人はほとんどいないことを考えてホテルの所在地がわかる程度の地図を添付した。

ホテルは会場の東京プリンスホテルにできるだけ近くて安いことを目標とし，会場となる東京プリンスホテルのほか，第1ホテル（新橋）と日航ホテルを照会し，シングル，ツインの金額を明示して申込みを受付けた。

レセプションは出席者の行動予定作成の便を考えて日時，場所を示しておいた。見学会については，鉄道運賃，宿泊費は個人負担とし，所要金額を示して参加希望の申込みを受付けた。

このセカンドサーキュラの回答期日はホテル側の都合もあり，4月1日までとしたが，半数は期日までに申込みがあった。申込者に対してはホテルの予約が終ったことの通知とともに，そのホテルの案内書を送付した。

（4） 通訳の選定

ISO の会議では公用語として英語，フランス語，ロシア語が使われるが，通常の場合，ロシア語はソ連側の負担で直ちに英語に通訳されるので，今回の会議では英語～フランス語，英語～日本語の通訳の準備をすることとした。

訳者としては関係者の推せんがあって，サイマル・インターナショナルの通訳を採用することとした。英語～フランス語2名，英語～日本語2(3)名であった。英語～フランス語の通訳は2人ともフランス婦人であった。英語～日本語は日本人女性で，SC 3 の会議では日本語から英語への通訳（1名）も行った。

2. 会議の開催

会議は5月29日午前10時から協会の運営幹事長桑垣悦夫氏の紹介で工業技術院標準部長佐藤淳一郎氏の歓迎の挨拶で開始された。

会議の詳細については ISO/TC 127/SC 2 会議報告，ISO/TC 127/SC 3 会議報告をご覧いただきたい。

なお，会議の外国人および日本人出席者は別表のとおりであるが，同伴婦人は会議には出席しなかった。

3. 諸 行 事

（1） 建設機械展示会見学

5月28日午後1時に東京プリンスホテルのロビーに集合し，協会で準備したバスで晴海会場との間を往復した。

見学した外国委員はフランス2名，イタリア2名，スウェーデン1名，イギリス2名，アメリカ7名，ソ連4名であった。なお，来日が遅れて当日見学できなかったドイツおよびポーランドの委員は会議が終ってから見学した。

（2） レセプション

レセプションは会議の第2日目の夕方に SC パーティを，会議の最終日の夜に歓送パーティを行った。

SC パーティには工業技術院の標準部長，外国の全委員（婦人同伴），協会の最上会長をはじめとして71名の方々が出席し，盛大なパーティであった。また，歓送パーティは会議に来日したことをねぎらう意味も含めてスキヤキパーティとし，会食した外国委員に大変喜ばれた。

（3） 研究所・工場見学

6月1日で会議の全日程を終了したので，翌2日から4日までの間に富士～京都～大阪の見学旅行を行った。参加者はフランス1名，ドイツ1名，イタリア2名，イギリス3名（うち婦人1名），アメリカ9名（うち婦人1名），日本側5名であった。

2日の朝8時，東京プリンスホテルのロビーに集合し，バスにより首都高速道路～東名高速道路を経由して富士市にある建設機械化研究所に行った。この旅行に関しては藤田トラベルサービスに詳細旅程の作成，ホテルの予約を依頼し，男性ガイドを頼んだ。なお，婦人も同

SC 2 会 議 関 係 者

SC 3 会 議 関 係 者

SC 3 会 議 風 景

行したので，婦人の面倒をみる必要もあり，飛行機の確認など旅行に関する注文もあることを考えてその方面になれた女性の通訳を同伴した。

研究所の見学では，けん引試験，ブルドーザ作業試験，タイヤのトラフィカビリティ試験のデモンストレーションを行ったが，各委員とも熱心に見学し，盛んに質問し，メモをとっていた。

3日は日曜日であったので休養日とし，京都見物をした。二条城～金閣寺～龍安寺～三十三間堂～清水寺～平安神宮を経て最後に京都ハンディクラフトセンターで買い物の時間をとった。天気もよく，見なれぬ異国情緒に満足されていた。

歓迎パーティ（左より Mr. RUTHERFORD, Mr. ROURE, 2人おいて最上会長）

4日は9時に京都ホテルを出発し，枚方市にある小松製作所大阪工場を見学した。小松製作所の常務取締役であり，協会の ISO 部会長でもある山本房生氏がわざわざ東京から来て下さり，皆様を迎えて下さったので各委員とも大変喜んでおられた。近代化された工場，日本の代表的な建設機械工場を見学でき，メモをとっておられる方々もあった。

以上で東京会議の全日程を終了し，新大阪から超特急ひかり号で帰京し，東京プリンスホテルまでバスで送って散会した。

*　　*　　*

ISO/TC 127 に P メンバーとして加入し，SC の幹事国を引受けてからの念願であった国際会議を開催し，無事成功裡に終えることができたが，これはひとえに関係者各位の絶大なお力添えの賜と深く感謝している次第である。今回は協会としても初めての国際会議であり，準備その他に手ぬかりや過大すぎた点も多々あったことと思うが，今後関係各国との交流を深め，議事を進行させるうえからも日本での国際会議の開催もたびたび行う必要があると思う。回を重ねるごとに要領もよくなることと思うが，関係者の一層のご尽力を渇望して止みません。　　（杉山勝彦記）

SC 2 および SC 3 会議出席者一覧

1．外国側出席者（SC 2 および SC 3）

<フランス>

*Mr. P.L. ROURE	Union Technique Interprofessonelle
Mr. F. LEONETTI	Federation Parisienne du Batiment

<ドイツ>

Mr. GÖNNER	Tiefbau-Berufsgenossenschaft

<イタリア>

*Mr. BONICELLI	Fiat S.P.A.
Mr. SCOLARI	Fiat S.P.A.

<ポーランド>

Mr. W. CHOJNACKI	Development Research Center of Building Machines, Warsaw

<スウェーデン>

Mr. S.L. LARSSON	Sveriges Mekanförbunds Standardcentral

<イギリス>

*Mr. E.G. ROBSON	Military Vehicles and Engineering Establishment
Mr. D.S. LOCK	Ford

<アメリカ>

*Mr. J.E. JASS	Independent Expert
Mr. J.B. CODLIN	Allis Chalmers Mfg. Co.
Mr. W.L. BLACK	Clark Equipment Co.
Mr. J.H. HYLER	Westinghouse Air Brake Co.
Mr. E.F. MORENO	International Harvester Co.
Mr. J.C. CRAWFORD	Society of Automotive Engineers
**Mr. A.J. RUTHERFORD	U.S. Army Mobility Equipment Research & Development Center
***Mr. G.W. BOWEN	American National Standard Institute

<ソ連>

*Mr. V.V. VILLUMSEN	Construction and Community Ministry
Mr. A.A. YARKIN	Master of Technical Sciences, R & D
Mr. B.N. VOLKOV	State Standard Committee U.S.S.R.
Mrs. N.R. DEMENTIEVA	State Standard Committee U.S.S.R.

<通　訳>

Mrs. C. PIGEAIRE
Mrs. R. KRASNO

2．日本側出席者

<SC 2 会議>

光石芳二	キャタピラー三菱（株）
藤木義二	建設機械化研究所
渡部　務	東洋運搬機（株）
野村昌弘	国土開発工業（株）
伊藤俊郎	キャタピラー三菱（株）

<SC 3 会議>

森本崇光	マルマ重車輌（株）
武藤尚夫	（株）小松製作所
藤本義二	建設機械化研究所
奥　敦至	防衛庁
山口英幸	キャタピラー三菱（株）
柳　昭一	（株）小松製作所
藤井　整	関東精器（株）

（注）* はリーダ　** は SC 2, SC 3 議長　*** は SC 2, SC 3 書記

ISO/TC 127 東京会議報告 (2)

ISO/TC 127/SC 2 会議報告

ISO 部会第 2 委員会

1. はじめに

国際標準化機構建設機械技術委員会第 2 小委員会 (ISO/TC 127/SC 2) "安全規格と人間特性担当" の第 4 回会議が東京において開催され，日本側委員としてこれに出席したのでここに会議の模様を報告する。

この小委員会は 1970 年にアメリカのペオリヤ市で，1971 年にフランスのパリ市で，1972 年にイタリアのローマ市でそれぞれ開催された。

2. 会議の構成

この小委員会の幹事国はアメリカで，議長は毎回 A.J. RUTHERFORD 氏が，書記局は G.W. BOWEN 氏が担当し，アメリカからはこのほか 6 名が出席したが，そのうち 2 名は新顔である。フランスからの 2 名は常連，イタリアからの 2 名は新顔，イギリスからの 2 名のうち 1 名は新顔である。スウェーデンからは前回と同じ人が出席した。西ドイツおよびソ連は第 2 回会議から出席しているが，ソ連の 1 名を除き新顔であった。ポーランドは今回初めて出席した。日本からは 5 名が出席した。なお，今回はオブザーバ席が設けられ，工業技術院その他の方々が熱心に傍聴しておられた。

別表　ISO/TC 127/SC 2 東京会議議題

(1) 書記局報告
安全作業のための寸法 (Access System DIS 2867)
(2) 書記局報告—郵便投票の結果
① 人体寸法と運転室の内法 (Human Dimension and Space Envelope)
② 転落に対する運転員の保護構造 (Roll-Over Protective Structures-ROPS)
(3) 書記局報告
① 落下物に対する運転員の保護構造 (Falling Object Protective Structures-FOPS)
② 制動性能 (Brake Performance)
③ 運転席における騒音測定(Measurement of Noise at Operator Station)
(4) 討議事項
① 運転操作機構 (Operator Control Arrangments)
② 保護ガードおよび遮蔽 (Protecting Guards and Shields)
③ 操縦性能 (Steering Performance)
④ 転落に対する運転員の保護構造—振子試験 (ROPS-Pendulum Tests)
(5) 報告事項
① 人体模型 (Dummies)
② 視界規程 (Visibility Arrangements)
③ 座席規程 (Seating Arrangements)
④ 座席ベルト (Seat Belts)
⑤ 減速装置 (Retarders)
⑥ 手動信号 (Movement Warning Signals)
⑦ 運転室環境 (Operator Environment)
(6) その他 (Any Other Business)
(7) 決議案の採択 (Approval of Draft Resolutions)
(8) 次期開催場所と日取り (Date and Place of Next Meeting)

3. 会議の進行

各国出席者の簡単な自己紹介の後，Editing Committee としてアメリカ，フランス，イギリス，ソ連，および日本の代表者が選出された。次に議題順序の認定があり，別表のとおり議題および討議順序が決定した。以下，おおむねこの順序に従って会議の内容を報告する。

日本が原案作成を担当したのは開口部の最小寸法 (Minimum Access Dimension) および安全作業のための寸法 (Access System) の二つであったが，それぞれ DIS 2860 および DIS 2867 としてすでに ISO 本部に登録され，最終調整の段階に入っている。

4. 会議の内容

4.1 Access System (日本担当)

本議題はパリ会議において討議され，即時採択されたものであるが，その後事務局において表現の修正およびインチ方法の追加があって，TC 127 として郵便投票ののち正式に ISO 本部から DIS 2867 として配布されていたものである (本誌昭和 48 年 3 月号参照)。1972 年 9 月に最終的な郵便投票が行われ，日本は若干の数値訂正を申入れるとともに不承認の投票をしていた。この最終投票の結果はアイルランドのほかに P メンバーである日本，アメリカ，イタリア，スウェーデンが不承認であり，フランス，ソ連，チェコスロバキアが条件的承認であった (無条件承認は 14 カ国，白紙 5 カ国)。

議長は臨時専門委員会の開催を提案し，本会議終了までに結論を出すことを要請した。提案どおり日本がこの専門委員会の座長となり，アメリカ，イタリア，スウェーデンおよびフランスから代表委員を出し，本会議の合

い間あるいは終了後熱心な討議が行われた。議長の了解を得て討議の結果の修正案は6月 27 日事務局へ送付された。その全文を次に掲げる。

≪DIS 2867-安全作業のための寸法（修正案)≫

1．適 用 範 囲

この国際標準は踏段，はしご，通路，床面，手すり，つかみ棒，ガードレールおよび出入口の標準について，これらが運転員および修理作業員の作業に役立つものとして規定する。ただし，運転室の床板に対する標準は除く。

本国際標準は建設機械の全機種について，運転席や補修個所に対し安全上必要とする装備の設計にあたってその手引きとしたもので，作業中あるいは作業に取りかかるときの事故防止，傷害の減少を主な目的とする。

2．定　　義

本標準のために次の定義を設ける。

2-1　踏　　段：足場のために設計されるもの

2-2　は し ご：等間隔の一連の踏板で構成され，片足または両足のいずれかがかけられる（傾斜角度の規定があったが削除された)。

2-3　通　　路：車体の上で人が移動できる平面

2-4　床　　面：運転でなく，サービスまたは修理作業を行うのに必要な平面

2-5　手すりおよびつかみ棒：身体を支えるために手でつかむことのできるもの

2-5-1　手すり：手を離さないでつかんだ手の位置をずらせることのできるもの（第**4.1.4**図）

2-5-2　つかみ棒：手でつかむことだけができるもの（第**4.1.3**図）

2-6　ガードレール：通路または床板の外縁の上部にあるレールで，人が落ちないように保護するもの

2-7　出 入 口：運転室の入口（ISO 参照*)

3．一 般 標 準

3-1　これら諸装備の設計と取付方法に対しては，使用目的に対して適当な強度をもっていなければならない。

3-2　設計者は95および5パーセンタイルの両方の身体寸法に対して設計しなければならない。95 パーセンタイルの集団は体格の大きいものを表わし，全集団の5％はこれより大きいものに含まれる。5パーセンタイルは小さいものを表わし，全集団の5％はこれより小さいものに含まれる（ISO 参照*)。

3-3　形状および取付の方法はうっかり指や手足をとられたり，衣服をひっかけたりするのを極力避けるよう考慮しなければならない。

3-4　手の触れる個所は鋭い角や突起のないようにしなければならない。

3-4-1　形状および取付状態は切損したとき，けがによる被害を大きくするような突起は最小限になるようにしなければならない。

3-4-2　予備品として車載する場合は車が作業しているときに動かないようにしておくことが必要である。

3-5　床板，通路に取付く踏段，はしご，手すりは人を支えるとき常に3点で支持するよう設計しなければならない（両手片足または片手両足による支持)。

4．踏段およびはしご

4-1　最下部踏板の地上高さは通常の駐車状態で 700 mm を越えてはならない。主な人体寸法から考えて最適の高さは 400 mm 以下である。

4-2　X を隣接踏板間の水平投影距離，Y を垂直投影距離とするとき，$X+2Y$ の推奨値は 600 mm で，800 mm を越えてはならない（第**4.1.2**図)。

4-3　垂直はしごの最上部踏板から床板または通路へ足を移す所では，その距離は 300 mm を越えてはならない。

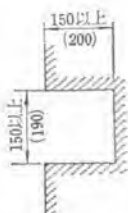
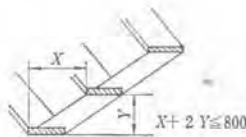
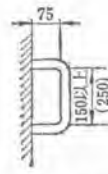
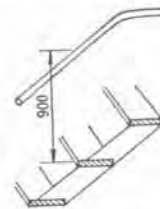
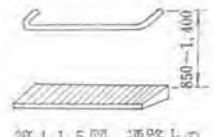
4-4　踏板はすべて両足が乗るだけの幅をもつことを推奨する。幅は 400 mm はある方がよい。どんな場合でも 300 mm はなければならない。

4-5　片足だけが乗るような踏板にあっては幅の推奨値は 200 mm で，いかなる場合でも 160 mm 以下であってはならない。このような踏板は一方の足に代るべき手すりまたはつかみ棒を適当な場所に設けなければならない。

4-6　踏板の外縁からの足の踏みしろは 200 mm を推奨する。いかなる場合でも 150 mm 以上なければならない（第**4.1.1**図)。

4-7　踏板間の距離は 190 mm を推奨する。しかし，いかなる場合でも 150 mm 以上なければならない。

第4.1.1図　踏段

X
Y
$X+2Y \leqq 800$

第4.1.2図　はしご

第4.1.3図　つかみ棒

第4.1.4図　手すり

第4.1.5図　通路上のつかみ棒

＊は作成準備中

4-8 踏板の間から足先が出て動く部分に触れる恐れのある場所には踏板と動く部分との間におおいを設けなければならない。

4-9 (傾斜した踏段の関係寸法規定であったが，4-2項に包含させ，関係図を削除した) 踏板の踏面につかみ棒を取付けてはならない。踏板の外縁は指，指輪または衣服をひっかけるような突起があってはならない。

4-10 踏板は汚泥がたまりにくい設計でなければならない。踏板はすべりにくく，かつ靴底から落ちた泥等は除きやすくしなければならない。

4-11 踏段はたわまないように取付けなければならない。高さいかんによっては最下部踏板にたわみがあってもよいが，一連の踏板のうち，たわみ得るものは1個のみとする。

4-12 はしごおよび踏段上の天井高さは2,010 mmが推奨値である。

5. 手すりおよびつかみ棒

5-1 手すりは移動する人をほどよく支えるよう配慮し，手が届きやすいように取付けなければならない。

5-2 断面はいずれも円形であるのが望ましい。正方形または矩形断面でも，角が丸めてあればさし支えないが，とがった縁は避けなければならない。

5-3 円形断面の手すり，つかみ棒においては，直径は38 mmを最大とし，16 mmを最小とする。25 mmが望ましい寸法である。正方形または矩形断面にあっては上記寸法は対辺距離とする。

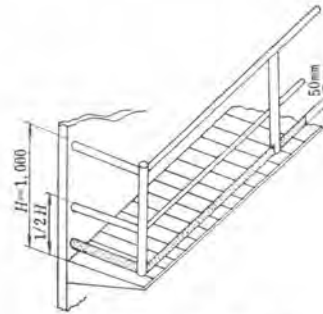
5-4 つかみ棒は取付脚間距離は最小150 mmなければならない。すべての取付面に対して250 mmを推奨する (第**4.1.3**図)

5-5 手すり，つかみ棒ともに取付面に対する距離は75 mmを最小寸法とする (第**4.1.3**図)。

5-6 手すりとこれに続くつかみ棒は人の動きに平行して取付けねばならない。つかみ棒は水平，垂直いずれの方向でもさし支えないが，機械ごとにいずれかに統一していなければならない。

5-7 手すりまたはつかみ棒の握りの部分が支えの部分から突出している場合はその自由端で握った手がすべって抜け落ちるのを防ぐため形を変えるようにしなければならない。

5-8 搭乗時に手をかける手すりやつかみ棒の最下部は機械が通常の駐車状態のとき地上からの高さが1,600 mm以下でなければならない。また，最上部から次の手すりまたはつかみ棒までの距離は少なくとも900 mm以上あることを推奨する。最上高さは地上のみならず，踏板の取付く床および通路上からの高さで与えられねばならない。

5-9 垂直な手すりまたはつかみ棒は踏板間の最短距離は200 mm以下とすべきである。平行な手すりの間隔は400 mmが望ましい。間隔の最大は600 mmである。

第4.1.6図 ガードレール

5-10 腰部との間隔が一つの要素となる傾斜はしごにおいては，平行手すり間の間隔は600 mmを推奨値とする。

5-11 踏板または傾斜はしごからの手すりの垂直高さは900 mmを推奨する (第**4.1.4**図)。

5-12 通路に平行して設けられる手すりまたはつかみ棒は850 mmないし1,400 mmの高さに設けるべきである。

5-13 はしごに付随して設ける手すりはつかみ棒とするのが望ましい。手すりにするなら踏段と等間隔にすべきである。

5-14 操縦装置やペダルは不用意につかみ棒や手すりと間違えないように設置すべきである。

6. ガードレール

6-1 強固なガードレールを通路の端および床に沿って設けることを推奨する。

6-2 通路または床面上のガードレールの高さは1,000～1,100 mmの間にあることを推奨する (第**4.1.6**図)。中間レールは通路と上部レールとの中間に設けなければならない。

6-3 搭乗のためのはしごや踏板用以外にガードレールの一端に開口部がある場合を除き，ガードレールの開口部には安全のために棒あるいは同等のものを取付けておかなければならない。

7. 通路および床板

7-1 踏面はすべてすべり難く，または必要に応じ汚れ難いことを要する。

7-2 幅はいずれも最小300 mmで，突起物のないことを要する。

7-3 踏段またははしごに近い周辺部は指，カフス，衣服をひっかけやすい突出部があってはならない。

7-4 床面には手すりの付く側に最小高さ50 mmの保護板をつけること

8. 垂直のキャブ出入口

8-1 開口部推奨幅は680 mm，最小幅は450 mmと

する。

8-2　着座式運転室の扉の床上高さは1,600 mm 以上，起立式運転室にあっては 1,800 mm 以上を推奨値とする。

8-3　緊急出口を出入口とは別の壁面に設けなければならない。その寸法は ISO（作成準備中）にあるものと同じか，または大きいことを要する。

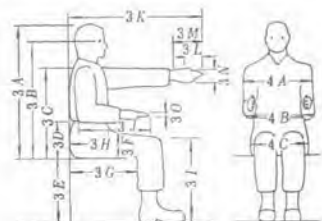
8-4　扉は踏段，通路，または床面からそのまま入りやすいことを要する。

8-5　（扉は人が入るのを防げないよう開閉時に踏段や床面にかかってはならない）……削除

8-6　扉の外側ハンドルは人が立つ所の床面から 500～1,500 mm の位置に取付けなければならない。推奨する高さは 900 mm である。地上から扉を開けられる機械にあってはハンドルの高さは 1,700 mm 以下でなければならない。

8-7　扉の内側ハンドルの位置は着座の運転者に対して床上 500～850 mm，起立の運転者に対して 800～1,000 mm の所になければならない。

4.2 Human Dimension and Space Envelope（事務局担当）

建設機械の安全性，居住性問題の基礎となる運転員の人体諸元を決めるべきであるとの提案がパリ会議で討議され，アメリカの SAE 規格 J 833 がそのベースとなることが了承されたが，特に日本，イタリア等比較的身長の小柄な国々の人体寸法を考慮することになった。日本から自動車技術会でまとめた資料を提出したことは本誌昭和 47 年5月号に既報のとおりである。

この日本資料を一応取り入れた形で，さらに運転室の最小内法を追記した原案が事務局でまとめられ，これに対して，1973 年2月に SC 2 としての郵便投票が行われた。その結果は，承認 2，意見付承認 4，不承認 2 であった。日本は意見付承認であったが，会議資料として入手した改訂案には日本の意見はほとんど容れられていた。会議で若干の討議の結果，スウェーデンの要求で Large Operator の寸法をさらに修正し，次に TC 127 の郵便投票を行う決議がなされた。

最終案を紹介すると次のとおりである。

≪運転員の人体寸法と運転室の最小内法≫

1. 範　　囲

本国際標準は建設機械の運転員の寸法および建設機械に一般的に適用し得る運転席のおおい（キャブ）に対する通常の運転作業のための周囲の空間の最小限について規定する。

2. 適 用 範 囲

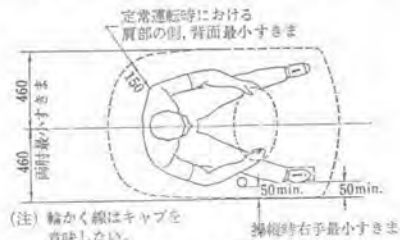
本国際標準は一般に使用される運転席のおおい（キャブ）に対する通常の運転作業のための周囲の空間について，最小限を定めるための指針として使用するものとする。

3. 運転員の人体寸法

3-1　一　　般：起立および着座姿勢の大および小柄運転員の寸法を第 **4.2.1** 図および第 **4.2.2** 図に示す。

3-2　定　　義：小柄の運転員は5パーセンタイルを表わす。すなわち，全体の5% が与えられた寸法よりも小さい。大きい運転員は 95 パーセンタイルを表わす。すなわち，全体の5% が与えられた寸法よりも大きい。

第 4.2.1 図　着衣運転者寸法（起立）

第 4.2.2 図　着衣運転者寸法（着席時）

第 4.2.3 図

第 4.2.4 図

3-3 寸　　法：靴，長靴の高さあるいは作業衣の厚さを含む。大柄の運転員（極地服着用）の寸法欄に示す寸法は厚手の指なし手袋と頭幅にヘルメットを着用したときのものである。起立姿勢の寸法はすべて起立した運転員のものを示す。通常の姿勢はゆったりした状態を指し，寸法的にはわずか短くなる。頭上高さは約 30 mm 小さくなり，また，着席時の高さおよび眼の高さは約 50 mm 小さくなる。

4．運転のための周囲の最小空間

4-1 一　　般：一般の建設機械に見られる運転に要する周囲の最小空間（キャブ内）を**第4.2.3図**，**第4.2.4図**に示す。**第4.2.3図**は着席した大柄の運転員のものを示し，**第4.2.4図**は起立時の大柄の運転者に対するものを示す。

特殊な形式の建設機械においては，本国際標準より小さい寸法を必要とするかも知れないことは認めるが，設計者は作業能率上，逆効果をもたらすことを知らねばならない。

4.3 Roll-Over Protective Structures

（アメリカ担当）

いわゆる ROPS の略称で，パリ会議以来最も熱心に討議されているもので，東京会議に先立ち，事務局から第3次修正案文（第2次修正案については本誌昭和 48 年3月号参照）と，前回案に対する SC 2 の郵便投票の結果が配布されていた。この資料によると賛否の状況は承認 1，条件付承認 5，不承認2（スウェーデン，イギリス），棄権1である。

各国意見のうち，アメリカ，フランス，日本等から提出され，辞句修正，たとえば“重量”の表現を“質量”に変えるべきである等はほとんど第3次修正案に採用されていた。異論の焦点はこの規格の適用範囲で，スウェーデンの主張は重量 8,000 kg 以上，イギリスは 15,000 lb 以上の主張に対して，原案作成担当のアメリカは重量 4,000 kg 以上に適用し，それ以下の小形機に対しては別途動的振子試験方法（Pendulum Test）を考慮するとのローマ会議以来の主張を崩していない。

また，ソ連は「試験温度と材料に関する基準」を削除する提案をしているが，アメリカは依然として ISO 基準ができるまで SAE 基準を注付で存続させていた。

以上の第3次修正案について東京会議で討議が行われた。まず，イギリスから「適用除外機種の項目を削除すべきである」との提案に対して，結果的に「適用除外リストは存続するが，この除外リストからドリル，舗装機械，ベルトローダおよびクレーンを削る」と決議した。

次に最も大きな問題点である「静的負荷試験を適用する機械の大きさ」に関する議論に移った。イギリスおよびスウェーデンはかねてより「ISO/TC 23（農業機械およびトラクタ）において，すでに重量 8 t までの機械の ROPS に対する動的振子試験（Pendulum Test）の基準がつくられており，ここで別個に 8 t 以下にも適用する静的負荷試験方法を規格化すれば，同一機種に対して2種類の異なった試験結果が出ることになり，不具合である。よって，この静的試験では 8 t 以下は除外すべきである」と主張していて，アメリカの考え方とは前述のように相違した。原案から“4 t 以下”の制限を除外する点について各国の賛否を問うたところ，賛成 6，反対2（イギリス，スウェーデン），棄権1（フランス）で採決された。

上記の機械重量に関して，アメリカから補足意見が次のとおり述べられた。すなわち，「これまですでに多数の静的試験と動的振子試験の比較が行われたこと，そして，4 t～700 kg の範囲の小形機についても，両者の試験結果は大きな差異のないこと，したがって，8 t 以下の機械に対して静的および動的試験のデータ比較表を注記しておけば試験方法選択の判断が容易となること」。この意見に対して再び賛否が問われ，賛成 7，反対2で

第4.2.1表　着衣運転者寸法（起立）

	着衣男子(小)	着衣男子(大)	極地服着用男子(大)
体　重	55 kg	98 kg	109 kg
1A 身長 (mm)	1,620	1,920	1,950
1B 両手スパン (mm)	1,630	1,950	2,010
1C 両肘スパン (mm)	757	1,060	1,110
1D 頭部幅 (mm)	142	163	280
1E 靴の幅 (mm)	98	114	160
2A 片手挙手時全高 (mm)	1,850	2,400	2,400
2B 頭部奥行き (mm)	174	208	292
2C 眼の背面距離 (mm)	181	206	223
2D 胸部背面距離 (mm)	166	280	394
2E 腹部背面距離 (mm)	203	330	457
2F 靴の長さ (mm)	257	322	388

第4.2.2表　着衣運転者寸法（着席時）

	着衣男子(小)	着衣男子(大)	極地服着用男子(大)
3A 座高 (mm)	850	1,020	1,045
3B 眼の高さ (mm)	745	940	952
3C 肩の高さ (mm)	566	700	712
3D 肘の高さ (mm)	188	274	274
3E 着席面高さ (mm)	400	510	510
3F ももの厚さ (mm)	122	166	203
3G ふくらはぎ背面距離 (mm)	380	550	550
3H ひざ背面距離 (mm)	531	680	730
3I ひざ高さ (mm)	477	650	660
3J 指先より肘までの長さ (mm)	419	510	540
3K 指先よりの背面距離 (mm)	759	970	970
3L にぎりによる減少量 (mm)	115	140	165
3M 指先より手首までの距離 (mm)	178	218	250
3N 手のひらの幅 (mm)	81	102	145
3O 手のこうの厚さ (mm)	28	35	60
4A 肩幅 (mm)	380	508	660
4B 両肘幅 (mm)	385	515	700
4C 腰の幅 (mm)	318	418	585

採決された。その他の点で意見の一致をみたのは次のとおりであった。

「車両重量には満タンの燃料，冷却水，潤滑油，付属工具ならびに ROPS そのものの重量を含めるべきである。」

「荷重と吸収エネルギーに関する基準は一覧表の形式にした方がよい。」

「シャルピー試験の項目には注を付し，この基準はこの問題に関する ISO 規格が制定されるまでの暫定基準であること。また，試験片に脆性破壊が発見された場合には不合格であることをうたうべきである。」

最終的な決議事項として，事務局から除外機種の取扱い，機械重量の制限問題，および静的試験と動的試験の対比表の件について各国代表の賛否を求めたところ，賛成7カ国，ただし，イギリスは第1の問題のみ賛成，第2，第3については不賛成，ソ連は全体に対して不賛成という結果が出た。ソ連は終始試験温度の問題にこだわり，この項目の削除を主張していた。

しかし，とにかく賛成多数で以上の決議が採択され，事務当局としては今回の決議事項ならびに試験方法に関する SC 1 の意見を考慮したうえで，TC 127 に対し郵便投票に付すべき原案を送付することとなり，この規格の成立に向って大きく前進したわけである。なお，ROPS に関する Pendulum Test については，選択的方法としてこの規格に付属させる形でアメリカより原案が提出された。その内容については後述する。

4.4 Pendulum Test（アメリカ担当）

本案は「土工用建設機械の転落に対する保護構造物性能基準」に追加すべき事項を定めたものである。東京会議で初めて第1次原案が提出されたので以下に全文を紹介する。

＊　＊　＊

この原案はヨーロッパ諸国からの要求に基づき，小形機種用の ROPS に対する選択的試験方法である動的振子試験の基準案として準備されたものである。原案の作成にあたっては，各国代表から出された意見や提案を基として，過去2年にわたる幹事国側委員による小形機種に関する研究成果が生かされている。

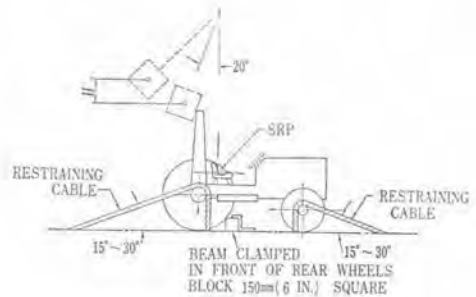
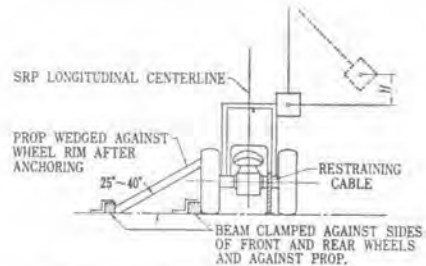
1. 試験設備

ROPS と車両フレームを一体としたものを床板に固定し，側方および後方から荷重を加え得る装置を必要とする。

2. 測定器具

ROPS に加えられた力，そのたわみ量を計測することのできるものとし，測定精度は次のとおりとする。

ROPS のたわみ量：最大たわみの ±5%

ROPS に対する力：最大値の ±5%

第4.4.1図　Rear Impact Application

第4.4.2図　Side Impact Application

3. 代表的な負荷姿勢

第4.4.1図 および **第4.4.2図** に後方ならびに側方負荷時の代表的な姿勢を例示する。

4. 試験準備

4-1　ROPS は実際にそれが使用される場合と同じ方法で車両フレームに取付けられねばならない。試験のために必ずしも車両全体を用いる必要はないが，車両フレームおよび ROPS の取付部は実用機を代表するものでなくてはならない。通常，取りはずしの可能な窓，パネル，扉等の非構造的な部品は試験結果への影響を防ぐ意味ですべてこれを取りはずしておくものとする。

4-2　ROPS とフレームアッセンブリを床板に固定するにあたっては，側方負荷の際の固定用部材のたわみをできるだけ小さくするよう考慮しなければならない。また，ROPS とフレームアッセンブリは側方載荷中に当初の取付のためのものを除き床板からいかなる種類の支持をも受けてはならない。

4-3　ROPS とフレームアッセンブリは，車両の懸架装置と考えられる部品，たとえばゴム，ガス，ガスとオイル系，スプリング等がエネルギー吸収体として働くことのないよう，固定あるいは修正を加えたうえで固定されなければならない。

4-4　ローダおよびモータグレーダに対する側方負荷の場合には前車軸および後車軸支持部またはそれらの付近においてフレームから直接取付ける。アーティキュレートする車両で，前後のフレームが試験に供される場合にはヒンジはロックされなければならない。ROPS が取付けられているフレームのみがテストに用いられる場

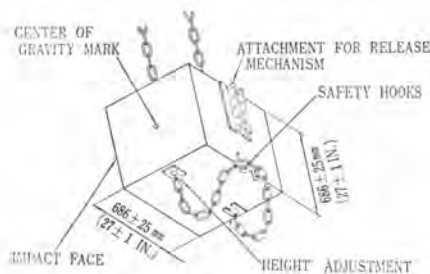
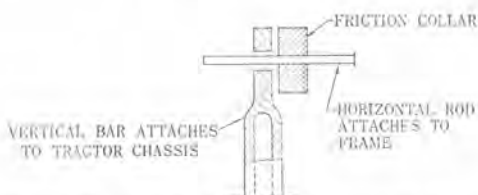
合には床板との連結はフレームの前後端もしくはその付近で行うものとする。

4-5 履帯式車両の側方負荷の場合にはメインハウジングおよびトラックフレーム，またはトラックフレームから直接固定するものとする。

5. 試験要領

5-1 動的負荷は 2,000 kg の重錘を振子として用いることにより行われる。重錘の打撃面の寸法は 686 mm±25 mm 角とし，その重心の位置は幾何学的中心から 25.4 mm の範囲内にあるものとする（第**4.4.3**図）。重錘は ROPS フレーム上の打撃予定点の上方 5.5～6.7 m に位置する支点より懸垂され，その高さを安全かつ容易に調節できる構造とする。

5-2 試験のどの段階においても動的負荷時にトラクタが動くことのないよう拘束されねばならない。拘束のための部材は 12.7 mm の鋼索以上の強度とそれ以下の弾性を有するものとする。拘束用部材を取付ける点は後車軸の後方ならびに前車軸の前方の適当な位置とし，拘束用ケーブルと水平面のなす角度は 15°～30° の範囲でなければならない。後方からの打撃に対しては，拘束用ワイヤロープは重錘の重心がスイングする平面上に位置させるか，あるいはその代りに2組のワイヤロープをトラクタの横断方向の適宜な位置に対称的に配置させねばならない。側方からの打撃の場合には拘束用ワイヤロープは第**4.4.1**図，第**4.4.2**図に示すように使用する。

5-3 前後車輪のトレッドが調節可能な場合にはその車両の調節可能範囲のほぼ中央に調整するものとする。大小2種類のみの場合には小さい方のセットを使用する。タイヤには水荷重を入れないものとし，空気圧はメーカの指定する最大値とする。指定の空気圧のもとでタイヤの縦たわみがタイヤの呼称幅の 6～8% になるよう

第4.4.3図 Pendulum

第4.4.4図 Typical Method of Measuring Deflection

拘束用ワイヤロープを締める必要がある。車両が適正に固定された後，断面寸法が 150 mm×150 mm 以上の角材を適当な車輪にかませたうえクランプする。横からの打撃試験の場合にはさらに運転席に最も近い車輪に対する支柱として角材を配置し，打撃に際してホイールリムをしっかり支えるように床板に固定する必要がある。この角材の長さはそれがホイールリムを支えるように配置されたとき，水平面となす角度が 25°～40° となるようなものでなければならない。また，その長さは断面高さの 20～25 倍，幅は 2～3 倍とする（第**4.4.1**図および第**4.4.2**図参照）。

5-4 打撃の線にそって瞬間的な最大たわみ量を指示するための装置が必要である。簡単な方法の一例を第**4.4.4**図に示す。

5-5 試験中にはいかなる修理，調整も許されない。

5-6 試験中にワイヤロープ，支柱あるいは車輪止め等がこわれたり，ずれたりした場合には試験はやり直されねばならない。

5-7 打撃のために重錘を後方に引上げるべき高さ，すなわち，打撃予定点から重錘の重心位置までの垂直高さを H'mm とすると，

$$H'=125+0.107\,W' \quad (W'=\text{機械重量 kg})$$

5-8 ROPS はまず後方からの打撃試験を行った後，同じ ROPS に対して側方からの打撃を行ってテストされる。動的負荷は前項で規定された高さから重錘をスイングさせることにより与えられるものである。重錘の位置はフレーム上の最初の打撃点が重錘の重心の弧状軌跡線上にくるように選ぶ必要がある。クィックレリーズ機構を使用しなければならないが，それは重錘の姿勢に影響を及ぼすものであってはならない。

5-9 後方よりの打撃の場合，試験機は5-2および5-3項に従って適正に拘束されねばならない。試験機は，打撃時の振子の位置が第**4.4.1**図に示すように垂直線と20°の角をなすように配置する必要がある。打撃はROPSフレームの上部外側に対して加えるものとし，打撃点はROPSフレーム中心線と垂直フレームの内側との中点とする。ROPSの後部にクロスメンバーを有しないものについてはフレームの強度を増加しないという条件で代りのテスト用ビームを使用してもよい。

5-10 側方よりの打撃の場合にも5-2および5-3項に従って車両を拘束しなければならない。打撃すべき位置は ROPS フレームの上部最外側のうち機械の転倒に際して最も打撃をこうむりやすい点とし，第**4.4.2**図に示すように車両中心線に対し 90° の角度で打撃するものとする。また，側方よりの打撃は後方よりの打撃点から最も離れた側面に対して加えられるものとする。

6. 性能基準

6-1 後方および側方よりの打撃試験において，ROPS

のいかなる部分も DLV (Deflection Limiting Volume) 内に入ってはならない。また，ROPSの変形は地表面に相当する仮想面が DLV の範囲に入ることを許すものであってはならない。

6-2 試験温度と材質に関する基準は ROPS の規格と同一とする。

7. 試験方法の互換性

静的負荷試験および任意選択の動的負荷試験はともに ROPS の性能に関する試験規格であり，ROPS に関する国際標準規格の目的に対してそれぞれの項目に述べられている範囲内で互換性を有するものである。

4.5 Falling Object Protective Structures（アメリカ担当）

FOPS, すなわち，樹木や転石等の落下物から建設機械運転員を保護するための構造物に関する ISO 規格案（詳細については本誌昭和 48 年3月号参照）に関してはすでに SC 2 における審議は終了し，前回のローマ会議での決議に従って試験方法の項目について SC 1 に諮問されていたものである。

今回の東京会議では，まず事務当局から上記の SC 1 から寄せられたコメントおよびそれに対する事務局側の意見が提出され，この文書について討議が行われた。SC 1 のメンバーのうち意見を出したのはイタリア，日本，ポーランド，イギリス，ソ連で，これらのうち表現上の修正意見はほとんど採用されている。ただ，イタリア提出の「試験のための落下エネルギーの基準を 20～30% 小さくすべきである」という意見，ソ連からの「材料試験の温度の規定が既存の国内規格と合わないからこの項目を削除したい」というコメント等にはアメリカから反対意見が付されていた。西ドイツからの「試験用重錘として球状の物体を使用してはどうか」という意見については，オプショナルテストとして取り入れるという事務局の見解であった。

討議の結果，SC 2 としては次の趣旨の修正あるいは追加を行ったうえ，郵便投票に付すべき原案を TC 127 に提出することとなった。

① 落下テストに際し，もし試験用重錘が FOPS を貫通した場合にはテスト結果は不合格であること。

② シャルピーテストの項目は，この件に関する ISO 規格がつくられるまでの参考であるという旨の注を付して存続させること。また，試験片に脆性破壊が現われた場合には不合格とすることを注記する。

③ 試験用重錘を製作するための指針として，説明図にその重量および全長の数値を例示すること。

④ 重錘として球状体を使用する場合にはその最大半径を 400 mm と規定する（本件は日本代表から，たとえば 400 mm と提案したのであるが，半径と直径に関して事務局との間で誤解があった模様で，上記のような決議になったが，その後の折衝の結果，「最大直径を 400 mm とする」に訂正された)。

⑤ 試験要領 (3) の項の後に「試験用重錘は FOPS 上で最大のたわみを生ずべき位置を打撃するよう留意すべきである」という文句を挿入すること。

4.6 Brake Performance（アメリカ担当）

はじめに事務局から「タイヤ式建設機械のブレーキ性能基準」の第3次原案（本誌昭和 48 年3月号参照）に対する各国の意見，およびそれを考慮に入れて書直された基準案が文書で提出された。各国から寄せられた意見のうち字句上のものを除いて主なものは次のとおりであった。

フランス：前車輪と後車輪に別々のブレーキ回路を備えるよう規定すべきである。また，制動距離としてはそれぞれの車両の最高速度に対応するものを規定すべきである。

西ドイツ：原案に賛成はするが，ドイツの国内法規ではローダ，グレーダ，スクレーパ，トラックおよびワゴンに対してはこの原案より強力なブレーキ能力が要求されている。

日　本：測定精度のうち，停止距離のそれが ±1% というのは避け難いブレーキ作動の遅れのために実現がむずかしいと思われる。また，試験時の速度は通常適当な助走区間の走行時間から算出されるので，その測定精度が ±5% というのは甘すぎるのではないか。したがって停止距離，試験時走行速度および車両重量の三者とも測定精度を ±2.5% にしてはどうか。さらに，試験時の速度が規定された値から ±10% 以上離れた場合には試験のやり直しをすべきであり，修正式を適用できるのは ±10% 以内の場合に限られる旨明文化すべきである。

スウェーデン：ブレーキシステムの性能基準に関してはスウェーデンにおいても問題になっていて，目下調査研究が行われている段階である。したがって，これらの研究が完了するまではいかなる国際規格にも賛同するわけにはゆかないが，若干の意見を述べる。

① 建設用車両をその設計最高速度でもって4種類に分類するのが適当であると思われる。というのは，ブレーキ性能に対する要求基準はその最高速度により異なってくるはずであるからである。

② われわれの意見では，一般に車両重量をサービスブレーキや非常用ブレーキの要求性能に直接関係させるべきではないと考える。同一速度で走行する場合，必ずしも重い車両の方が軽い車両より危険であるとはいい難いからである。もし車両重量でブレーキ性能を区分すれば，規格に合格させるためにわざわざ重量を重くするメーカがあらわれないとも限らない。

③ スウェーデンの機械には最高速度が 32 km/hr に達しないものがある。

④ 提案されているブレーキ性能基準は現行のスウェーデン規格に比べると軽量機種では厳格すぎるのに反し，重量機種では甘いようである。また，駐車ブレーキについてはわが国では車両総重量の 20% が要求されている。

⑤ 一般的な立場から，われわれは土工機械だけを別にすることには不賛成である。すべての種類の道路外輸送機械に対するブレーキ性能基準の内に含めて規定されるべきものと考える。

⑥ ブレーキ試験は規定のペイロードを積載した状態で行うことになっているが，ローダ類は荷を積んだときには空の場合より低速で使用されるのが普通である。よって，ローダに関するテストは空車状態で行われるべきである。

南アフリカ：警報装置が働く条件を規定レベルの70%以下に低下したときとすべきである。イギリスでは70%，EEC では 65% を採用している。

イギリス：表現上の修正意見のほかに次のような提案を行っている。

① ブレーキ試験用テストコースのゴムタイヤに対する摩擦係数は0.7以上でなければならないことを規定すべきである。

② 駐車ブレーキの性能基準としてはもう少し厳しくその車両の登坂可能こう配にする必要がある。

③ 表—1 に示されているブレーキ性能基準は必ずしも十分とはいえない。たとえば，36,000 lb までのローダの 15 mph からの停止距離は 28 ft となっていて，これを減速度に換算すると 8.64 ft/sec² となるが，われわれとしては 12 ft/sec² 程度の減速度を提案したい。

④ この基準案には現場における泥などの影響によるブレーキ性能の低下現象や長い下り坂路におけるブレーキ力の減衰については考慮されていない。このような場合のためのテストも規格化しなければならない。

以上のように，各国からかなり詳細にわたる種々の意見が出されていたわけであるが，今回の修正案には表現上の意見は別として，他はほとんど取り入れられていなかった。

このような案について討議が行われたわけであるが，結局大した異論も出ず，次の修正事項を採択したうえ，TC 127 の郵便投票に付すべき原案とすることを了承した。すなわち，

① 試験時の速度の測定精度を ±2.5% とすること。

② 停止距離に対する修正式は測定された速度が規定速度の ±10% 以内にある場合にのみ適用されるべきである旨の注をつけること。

③ 試験時の車両条件として「供試機は製造されたときの状態のままであること」という文章をつけ加える。

④ リターダの定義は目下 SC 2 によって作成されているリターダに関する規格を参照すべきこと。

各国は事務局がまとめたそれぞれの意見に対する見解を提出することを要求された。

4.7 Measurement of Noise at Operator Station （スウェーデン担当）

建設機械の運転員あるいは建設機械運転中，周囲の人々の健康上不快感などに影響すると思われる騒音について基準を設ける必要があるという主旨から，第1回会議で騒音基準（Noise Levels）がスウェーデンを担当とする作業課題として定められた。この課題では，運転員および周囲の人々に対する騒音許容限度を定めること，ならびにその目的にそった測定方法を定めることを内容として考えている。第2回会議の2週間前に「Measurement of Noise Emission to the Surroundings」なる原案がスウェーデンから送付されてきたが，同時に Noise Level の規定を作成するには ISO/TC 43（音響）を代表する専門家グループと特別に討議する必要がある旨提案された。この提案は第2回会議で受入れられ，TC 127/SC 2 としてはスウェーデン，イギリスおよびアメリカの3カ国から代表者を送ることが決議された。第3回 SC 2 会議において，「Noise from Earth Moving Equipment」を作成中の TC 43/SC 1/WG 1 へ上記3カ国代表者の名簿を提出したことが報告された。TC 43 からはさらに多くの専門家の推せんが望まれており，その希望にそって TC 43 に協力することになった。また，各国は所有している国家規格や規則をスウェーデンへ送ることを要請された。

その後，スウェーデンから「Measurement of Noise at Operator Station」なる原案が送付されてきて意見の提出を求められた。前回の原案が周囲への騒音に関するものであり，その議論も進まないうちに運転者に対する騒音がとり上げられたので，この関連について日本から問合わせたが回答はない。

この運転員騒音の原案は ISO/R 1999（1971 年）をベースにして，運転員の聴覚障害などの危険防止を目的として測定法を定めんとするものであるが，その作業運転条件および規格としての Requirment が明確でない。これらの点に関して，ポーランド，アメリカおよびソ連からも意見が提出されていた。

東京会議でさらに出た意見は，

① テスト時の風の強さ，方向を記録すべきである。
…………（イギリス）

② 測定時の機械の状況，たとえば運転室ドアの開閉状態，燃料タンクの満・空状態等を明確にする要あり。
…………（フランス）

等であり，スウェーデンは原案修正を約束した。

さらに 1973 年8月予定の TC 43 との共同討議の結果も同時に考慮して，1973 年末までに新原案を作成配布することがスウェーデンに課せられた。

なお，第1次原案の内容は概略次のとおりである。

1. 目　　的

この基準は土工機械の運転席における騒音測定方法を定めるものである。

2. 適 用 範 囲

この基準の測定方法は運転席における機械の騒音が ISO/R 1999 による聴覚障害の危険がないかを判定するときに適用される。

3. 用語の定義

間けつ騒音，騒音レベルなど，この規定に用いられる用語の定義が述べられている。

4. 測 定 機 器

IEC 179 指定の精密騒音計を用いる。

5. 測 定 方 法

5-1　土工機械の測定条件

ある機械の試験方法について，他に ISO 規格がある場合にはその方に準ずるとしている。(本件については，そのような別の規格が ISO にあるのか，あるいは作成しようとしているのか，日本から質問しているが，回答はない。)

測定時の機械条件はメーカにおける作業試験の条件と同じ状態で行い，このような条件規定がない場合には普通の作業状態とすると述べている。(本件については，既述のように機械の燃料タンクや運転室などの状態についても明確にすべしというフランス意見，運転室のドアや窓を閉めた状態で，かつエアコンディション運転の状態とすべしというソ連意見が出されている。)

測定中のマイクロホンは運転員の耳があると考えられる近くに位置すべきであり，測定時に運転員がいる場合にはその耳から 5 cm 離した位置におくと述べている。(本件については，アメリカでは運転員がいる場合はヘルメットの上にマイクロホンを取付けてよい。また測定中は運転員以外の者が運転席付近にいてはならないとの意見が出ている。)

5-2　騒音レベルの決定

"Fast" 応答を用いる。毎秒 10 回以上の周期で変化する場合は "Slow" 応答を用いる。

騒音レベルが ±5 dB(A) を越えて変動するか否かによって間けつ騒音か否か区別する。間けつ騒音は 5 dB(A) の幅でクラス分けし，80 dB(A) から 120 dB(A) までの中央値をもって表わす。

短時間での騒音レベル平均が1週間ほとんど変らないとか，わずかの変化しかない場合には測定値の dB(A) で騒音レベルを決定する。その他の場合には自動記録式による代表的作業時間帯の騒音レベルの分析によって継続等価騒音レベルの概略値が決められる。

5-3　一時的な騒音

この場合には精密騒音計では適正な値が得られない。ピーク値をとるようなオッシロスコープ等の計器が必要である。騒音の持続時間はピーク値から 15 dB 低いところのパルス幅から定められると述べている。

6. テスト記録

機械名，メーカ名，形式，シリアル No.，エンジン形式，測定条件，測定場所，測定年月日，測定者名，騒音レベルの読み，各騒音レベルの時間などを記録する。

4.8 Operator Control Arrangements

(フランス担当)

本課題についてはすでに担当国から第3次原案が提出され，各国からも活発な意見が寄せられている。フランスの原案は特にパワーショベル(Hydraulic Excavator)について，運転席の諸元と各レバー，ペダル類との関係を規定しようとしているが，第2回パリ会議以来，くり返して「特定の機種について基準を作成するのか，または全般的に特設機械について作成するのか」との議論が行われていて，東京会議もその例外ではなかった。

また，フランス原案はルノーの自動車に関する資料が基調をなしているので，これに対して特にアメリカから建設機械の基準は自動車のそれとは異なる旨の強い意見が出ている。アメリカからはこの思想に基づいて全面的に書き直した修正案が提出されている。

各国からの意見がまとまらないので，フランスの提案により臨時専門委員会がもたれることとなり，「フランスを座長としてイタリア，ポーランド，アメリカおよびソ連でこれを構成すること。本課題を二つに分けて Zone of Comfort (操作の容易な範囲) と Controls (操作装置の配置) について新しい原案を作成すること」が決議された。また，フランスがパワーショベル以外に対して積極的な意欲を示さないので，イタリアに対して履帯式ローダおよびドーザに関して，上記と同様の原案を作成することが要請され，イタリアは承諾した。それぞれの原案を検討したあと，Zone of Comfort については一つの基準にまとめられることになろう。

このように，本課題はまだ流動的な状態にあるので，その原案内容の報告は省略したい。

4.9 Protecting Guard and Shields

(イタリア担当)

この課題に対して，担当から第1次原案がローマ会議で提出され，それに対して西ドイツ，日本およびアメリカからそれぞれ修正意見が出ていた。特にアメリカは全面的に書き直した修正案を提出していた。これら各国の

意見を勘案してイタリアからの第2次原案が東京会議の直前に送付されてきた。日本からの意見はほとんど受入れられている。東京会議では安全ガラス窓の項を採り入れるよう提案があった程度で，あまり活発な議論はなかった。書記局において原案を修正のうえ TC 127 の郵便投票にかけることが決議された。

なお，第2次原案の内容を簡単に紹介すると概略次のとおりである。

1. 目　　的

この標準は土工機械の運転，整備，修理中に起り得る次の障害から作業員を保護するものである。すなわち機械的原因，熱的原因，化学的原因，電気的原因である。

2. 適用範囲

タイヤ式および履帯式の土工機械に適用する。

ROPS や FOPS は別の標準にゆずる。

3. 用語の定義（省略）

4. 規　　格

4-1　フェンダ：その形状，被覆長さと幅，運動部分からの距離等について詳細かつ具体的に述べている。その上に乗る人間の荷重として 150 kg を提案している。

4-2　床　　板：すべり止め，強度剛性，熱遮断およびすき間について述べているが，抽象的である。

4-3　ファンガード：剛性，被覆範囲等抽象的

4-4　小部品のガード：発電機，空気圧縮機，ポンプ類その他の回転部分に対するガードについて抽象的に述べる。

4-5　整備用ガード：ステップ等作業員が乗ることもあるガードについて，剛性，対振動性，端末部分の処理，すべり止め等について抽象的に述べる。その上方よりの荷重は 150 kg とする。

4-6　バケット遮蔽：バケットの後方荷こぼれ防止のためのスピル板であるが，同時にバケットの積荷状態の目視度を障わないよう，またこのスピル板がバケット容量の増大を意図するものでないことを述べている。

4-7　運転席の遮蔽：剛性，耐振動性，熱遮断およびすき間など

4-8　耐熱ガード：特に温度の高い，あるいは低い部品に対するガードで，その面は発火物の燃焼温度以下にすること，ならびに消火器の設置を要請している。

4-9　ホースの被覆：50 kg/cm² 以上の油圧系統で 50℃ 以上の熱をもつもの，かつ運転員から 50 cm 以内の距離にある部品に対して遮蔽することを要請している。

4-10　バッテリの遮蔽：電解液の漏洩および蒸気に対して遮蔽を要請する。

4-11　電気部品の遮蔽：24 V 以下の電気回路は特に人体に対して危険とはいえないが，端子の露出部に対するシールドが必要であるとし，また，修理作業中エンジンが突然始動することのないよう回路遮断装置の設置を要請している。

4.10 Steering Performance（西ドイツ担当）

本課題はソ連の担当辞退により第2回パリ会議で西ドイツ担当となったものである。第3回ローマ会議で第1次原案が提出され，今回の東京会議でその修正案が提出された。アメリカからはすでに全面的な修正案が提出されており，また，その他の各国も1973年10月までに意見を西ドイツに送付すると決議された。西ドイツの修正原案がたまたま東京会議当日に配布されたので，ある国の委員が国際会議の場を有効に利用するため討議用原案の前広な提出を強く要求したので，一時は西ドイツの出張委員が苦しい立場におかれたが，日本から原案ならびに意見の提出スケジュールについて助け船を出し，結局各国意見が 10 月1日までに集まれば担当国は次回会議までに前広に再修正案を提出するという話で落着いた。ちなみに，ローマ会議の決議どおりの期限までに意見を出していたのは日本だけであった由。西ドイツの原案は西ドイツの国家規格または法規が基調をなしているようで，その妥当性については十分検討する必要がある。

西ドイツ第1次修正原案の概要は次のとおりである。

1. 目　　的

車両の操向に備えるべき必要条件と試験方法について定める（安全性に対する目的を明確に打ち出す）。

2. 適用範囲

自走式，タイヤ式，多トラック式(Multi-Track)の土工機械に適用する。（本件表現が不明確であり，アメリカ案では「自走タイヤ式土工機械に一般に用いられる操向方式“アッカーマン式，フレーム屈折式，ワゴン操向式”や，操向機構“人力式，補助力式，動力式”について規定する」となっているので，原案再修正にはこの意見を考慮することに決議された）。

3. 用語の定義

本規定に出てくる用語について定義するもので，操向方式によって人力によるもの，補助力を利用するもの，外力を使用するものの説明がある。

換向方式については前輪換向，後輪換向，4輪換向，多輪換回，フレーム屈折換向などの説明がある。

次に，操向機構の部分，すなわち，かじ取りハンドル部分，伝達部分，かじ取り車輪および補助装置についての説明がある。

4. 構造，性能および試験

4-1　一般事項

操向機構は機能を満足し，安全で保守点検が容易でなければならない。特に連結部分は自然損耗的起因でゆるみが生じた場合でも安全が確保されなければならない。

4-2　特別事項

①　直前進から 12 m 半径の旋回に入ろうとするとき

のかじ取り力は 25 kg を越えてはならない。補助力装置を有しているものでは補助力装置が破損した場合にかじ取り力は 60 kg を越えてはならない。この旋回に入るときの車速は約 10 km/hr とする。この測定はかじ取り車輪が 12 m 半径の円に一致するまで続けて測定値が上記の値を越えてはならない。この旋回の開始から終了までの時間は4秒を越えてはならない。補助力装置を有するものでは6秒を越えてはならない。タイヤ空気圧は規定値で，かじ取り車輪は負荷状態とする。

② 油圧伝達の操向機構をもつ車両は最高速62km/hrとする。パイプや結合具の公称圧力は少なくとも使用最高圧力を有すること。ホースの破壊圧力は使用圧の少なくとも5倍を有すること（JIS では4倍）。油圧の1次回路（ポンプ～制御バルブ間）にはリリーフバルブを設けること。2次回路（制御バルブ～作動シリンダ間）にも外部からの衝撃圧がかかるような場合にはリリーフバルブを設けること。後者のリリーフバルブは作用圧＋50 bar あるいは作用圧×2.5 以下で作動するものとする。

③ 後輪換向車のテスト方法はタイヤきれ角の半分に相当する旋回半径で 10 km/hr の速度で走行中，ハンドルを解放したときに旋回半径がそのまま保たれるか，あるいは旋回半径が大きくなるかを確かめる。この場合，旋回半径がさらに小さくなるようであれば，この車両は 25 km/hr 以上の速度には適さない。前者の場合には最高速直前進で蛇行するかどうかを確かめる。

④ 4輪換向車は，換向切換式でなければ最高速 25 km/hr までとする。

⑤ フレーム屈折式換向車は後輪換向式と同様のテストを行う。

⑥ 補助力装置が破損した場合に，かじ取り倍力比率が変更されずにかじ取り力が 60 kg を越えるような車両にあっては，25 km/hr 以上の最高速に対して別の補助力装置を設ける。25 km/hr 以下の最高速に対しては外力装置を設ける。補助機器の作動状態はメータなどによって目視できること。

⑦ 補助力装置が破損した場合に，かじ取り倍力比率が変って，かじ取り力が 30 kg 以下であるならば，この車両の最高速は 62 km/hr までよろしい。

⑧ 操向機構優先回路になっているなら，別に油圧消費機構を外力装置に連結してさし支えない。ただし，補助力装置が破損して，かじ取り力が 25 kg を越える場合にはこの副次消費機構を解放して車両の安全な運転が保証されなければならない。

⑨ 外力装置を用いている車両は最高速 25 km/hr とする。しかし，2次外力装置を併設してあるなら，最高速は 62 km/hr までとすることができる。圧力タンクはハンドルを最低7回転（12 m の旋回半径に相当する車輪きれ角まで）操作できるような容量が必要である。

⑩ 外力装置を用いる車両のハンドルの遊びは15mmとする。

⑪ もし外力発生源のポンプがVベルト駆動の場合はベルト2本掛けとする。各Vベルトはそれぞれ単独でポンプを駆動できる十分な容量のものであること。

⑫ 外力装置の油圧関係のテストとして，直前進から 12 m 半径円への車輪換向をするのにエンジン定格回転で3秒以内，エンジン低回転で4秒以内とする。

4.11 Dummies（フランス担当）

建設機械運転員の標準体格の模型寸法を制定しようとするものであるが，現在まで具体的な提案はない。東京会議ではイタリアから本件に関して座席基準点（Seat Reference Point）の資料が提出された（第 **4.11.1** 図）。イタリアの主張する点は

第 4.11.1 図

① 運転員の作業体位，操縦装置，座席位置，運転室の変歪限界，騒音測定のためのマイクロホンの位置，作業体位からの視界等を議論する場合に座標軸の原点を定めるべきである。

② 乗用車やトラックでは上記のほか，シート，床坂，天井の設計，およびこれらと運転員の相関動作の検討に資するため，平面および立体模型を制定しているが（SAE J 82.6 a），建設機械といえども生態学的になんら異なるところはないから，この規格を流用して標準化をはかるべきである。

というのである。各国はこのイタリア資料に対する意見をフランスへ送付するとの結論になった。

4.12 Visibility Arrangement（アメリカ担当）

運転員の視界確保ならびにそのための補助手段（バックミラーおよびワイパ等）に関する規定を作成するのであるが，現在まで具体的な提案はなかった。

本会議で西ドイツから資料が提出されたが，事前に検討する余裕がなかったので，特に議論されなかった。結論として原案作成担当のアメリカは西ドイツ提出の資料を研究のうえ，6カ月以内に第1次原案を作成することになった。西ドイツからの提出資料は西ドイツにおける乗用車およびトラック運転の際確保すべき視界と，バックミラー，ウィンドワイパ，後方ガラス等の規制に関するものである。

4.13 Seating Arrangement（フランス担当）

運転員の座席装置に関する規定を作成するのであるが，現在まで具体的な提案はなく，フランスで原案準備中の由である。

前回のローマ会議において，本件に関する資料の提出

が各国に要請され，日本から建設機械化協会における研究結果「建設機械の運転員に対する振動伝達防除方法に関する研究」（本誌昭和46年10月号参照）を送付したが，資料を提出したのは日本だけであったらしい。結論として，原案作成担当のフランスは日本からの上記資料を参考として1年以内に第1次原案を作成することになった。

4.14 Seat Belt（フランス担当）

運転員の座席ベルトに関する規定作成であるが，現在まで具体的な提案はなかった。会議において建設機械用座席ベルトは繋留点，ROPSおよび気象条件等を考慮して規定を作成すべきことが議論されたにとどまった。

4.15 Retarders（アメリカ担当）

建設機械制動の補助手段としての減速装置に関する規定作成であるが，第2回のパリ会議においてリターダの考え方に関する議論があったのみで，その後具体的な提案はなかった。アメリカから今後1年以内に第1次原案を作成するとの報告があり，これが了承された。

車輪式大形建設機械の制動補助装置としてのリターダは必要欠くべからざるもので，すでにモータスクレーパ等には装着されている。

4.16 Movement Warning Signals（アメリカ担当）

車両の運転，誘導に関する手動信号等を規定するのであるが，現在まで具体的な提案はなかった。今回西ドイツから資料として，エキスカベータ誘導の手動信号に関する提案が行われたが，これも会議の直前に送付されたので，内容についてはほとんど討議されなかった。アメリカはこの西ドイツの資料を参考として3カ月以内に第1次原案を作成する旨の報告があった。

4.17 Operator Environment（アメリカ担当）

車両の運転室に関する規定であるが，現在まで具体的な提案はなかった。ISO/TC 23でも同様の規定作成の計画があるので，特に運転室の空気清浄度に対して，TC 23と連係をとりながら原案作成のこととなった。

4.18 Any Other Business

① アメリカからROPSの制定に関し，超大形建設機械に対しては現在審議中のROPSの実験式ではカバーしきれない点があり，そのため新しい計算式を作成する必要がある旨説明があり，資料“Studies of ROPS Criteria for Large Machines”が提出された。この研究はなお続行されることとなった。

② フランスから建設機械の排気ガス規制について，SC 2として討議したい旨の要請があったが，今回は特にとり上げられなかった。

以上で予定された審議が終了し，次回開催予定の討議に入ったが，特に開催を希望する国がなかったので結論は出なかった。翌日から開催されたSC 3会議で本件が再度とり上げられ，一応1974年5月にアメリカにおいて開催することが決められた。

5．会議の所感

各国ではテーマの原案作成，改訂および検討の体制がそれぞれ改善確定されつつあるらしく，資料および検討結果の提出が以前に比べてかなり活発になってきている。特に幹事国のアメリカではこの小委員会を促進し，成功させるため積極的な努力がなされている。委員会は審議の軌道に乗ったといえよう。

東京会議開催にあたって，政府ならびに建設機械化協会の担当各位の努力は並々ならぬものがあった。会議の設営はもとより，その前後の催し，各国出席者の受入れ等いっさいについて細心の配慮がなされた。会議の終了にあたり各国の出席者代表の方々がいずれも発言を求めてその労を多とされたのは異例である。東京会議は成功だったと確信する。特に今回は英語～日本語間の同時通訳が設けられた。これは日本側の出席委員および傍聴者の方々にとって非常に有効であったと思う。

6．ま と め

今回の東京会議では上記のとおり第21から第29までの決議が採択された。そして7月16日，ISO部会長名をもって一部修正意見をつけて正式にこの決議を受諾した。会議議事録もすでに資料110として正式に配布され，われわれはこれを受諾した。

ISO/TC 127/SC 2担当のISO規格はまだ正式には一つも発行されていない。しかし，1974年には日本原案担当のDIS 2860をはじめ若干の規格が正式に発行されるであろう。日本ではこれらISOの規格を基にしてJISまたは団体規格の発行が検討されることとなろう。

われわれの検討した議案が早くISO規格として正式に発行され，また，各国がこれに基づいた規格をそれぞれ制定し，権威づけあるいは法制化して実行に移される日が早く来ることを念願してこの報告を終る。

（光石芳二・藤本義二・渡部務・野村昌弘・伊藤俊郎）

建設機械化講座 第125回

現場フォアマンのための土木と施工法

XVII. 建設機械概説

12. エンジン（その1）

東 孝 行*

1. まえがき

エンジンはどんな働きをするものであろうか。自然界にはいろいろな種類のエネルギーがいろいろな形で蓄えられていて，これをわれわれに有用に活用しなければならない。たとえば台風のエネルギーや雷や地震のエネルギーはまだ活用されていない。高い所にたまった水の位置のエネルギーを使って水車を回し，また，昔の太陽のエネルギーの蓄積である石炭を燃焼させ，蒸気を発生させて蒸気タービンを回す。

エンジンは石油という形で蓄えられてきた太陽のエネルギーを燃焼させて動かす。この石油という形のエネルギーの蓄え方は誠に都合がよい。それは燃料タンクに入れて運搬することができる。もちろん石炭や蓄電池へ入れた電気のエネルギーを運搬はできるが，運搬できるエネルギーの形としては現在では一番都合のよいものであろう。これが内燃機関，すなわち，エンジンが現在一番広く輸送機器の原動機として使われる理由である。

エンジンはこの燃料—石油のもっている化学エネルギーを仕事—機械エネルギーに変える道具である。これをエンジンという道具で機械エネルギーに変えるときに一定の限度，割合があって全部を機械エネルギーに変えることはできない。その割合をできるだけ理想に近付けようとする努力が続けられてきた。これが燃焼論であり，サイクル論である。

また，エンジンの場合は化学エネルギーを一度熱エネルギーに変えて機械エネルギーに変えるためその損失が起るのであるが，そのときに悪質なガスが出たり，完全燃焼しない炭素粒が出ることがあり，これが最近問題になった公害のうち大気汚染の一つの原因になっている。

エンジンの専門家はこれらの熱エネルギーを機械エネルギーに変えるうまい手段とか，その機械の構造とか，あるいは公害のもとになるガスの排除とかを研究しているが，ここではそれらについて述べることは省略し，建設車両に使われるエンジンの使われ方や使う上の注意を中心に述べ，基本的な特性，紋上の本質に触れながら論述を進めてゆきたい。

* 三菱重工業（株）相模原製作所設計部長

2. 概　説

2.1 沿　革

建設現場で使用されるエンジンはガソリンエンジン，ディーゼルエンジン，大形，小形様々であるが，いわゆる建設機械に搭載されるエンジンはごく小形のものにガソリンエンジンが使用されているほかは，運搬，掘削，整地，締固めなどの大形機械にはほとんど高速ディーゼルエンジンが使われている。

ガソリンエンジンには始動性，燃焼音のやわらかさなどよい特質があるが，わが国では燃料の値段の差が大きく，1時間当り何 l もくうような場合はこの差が無視できない。乗用車はガソリンエンジンで，バスやトラックがディーゼルエンジンであるのはこのためである。また裸火に対して軽油は火を呼び難く，ガソリンは火が着きやすい（このことは燃料を保管管理する上でも着眼点となる）ことなどにもよるが，やはり経済的な理由が先であろう。

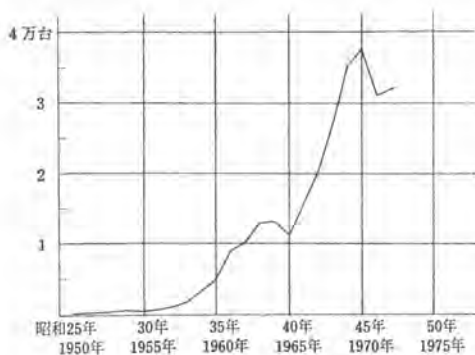
さて，わが国で建設機械用として高速ディーゼルエンジンが開発され，使用されはじめたのは終戦後のことであり，しかも軌道に乗りはじめたのは昭和 25 年頃からである。その当時，建設機械専用エンジンとして設計されたものは三菱重工業の DF エンジン，小松製作所の D 50 エンジンなどであるが，そのほかにも自動車用エンジンを一部改造して各種機械に多数使用された。三菱重工業の DB エンジン，いすゞの DA エンジン，民生ディーゼルの UD エンジン，日野の DS エンジンなどである。これらはわが国の戦後の復興が大形バス，トラックによる大量輸送で幕をあけたと同時に，中形建設機械による国土の復興に大いに寄与することになる。

その後，建設機械が大形化し，また多様化し，作業能力を増大することを要求されるに従ってさらに大形の専用エンジンが製作されるとともに，従来のエンジンについては燃焼室を改良したり，常用回転速度を増したり，さらには排気ターボ過給機を取付けたりして出力の増大がはかられた。

次には作業規模が大きくなり，また作業能率の向上のために耐久性向上が叫ばれ，今日に至るまで安心して長期間の使用に耐えるよう改修が続けられている。

さらに取扱性の向上，騒音の問題，排気ガスの問題などが次々に取り上げられて改善が続いている。油やグリスを入れる個所を少なくし，整備間隔を延ばし，また始動を容易にすることなどが行われている。騒音は最近特にいわれていることで，環境の問題としてはもとより，オペレータの居住性の問題としても重要である。排気は初め排気煙が主であったが，大気汚染の問題としても取り上げられつつある。

以上のことを 図―1 によりいま一度時系列的に眺めてみたい。

図―1 は昭和 25 年から最近までの装軌式トラクタの年度別生産台数を示したものである。トラクタは建設機械の代表機種であるが，これを基準としてみると，昭和 30 年過ぎまでは建設省とか農林省，防衛庁などいわゆる官公需要が多い。民間は一部の大手が機械施工を始めた時代である。この頃は建設機械用エンジンはいかにあるべきかを官民一緒になって模索した時代といえよう。それに続く数年は性能向上の時代であり，排気ターボ過給エンジンが導入され，小形で大出力を目指した。昭和 30 年代の後半は耐久性，信頼性が強調された。これらはいずれも民間業者の使用機械数が増すに伴い生産性が強く表面に出てきたためである。より高い性能により工期の短縮を，また，機械のダウンタイムをいかに減らすかが問題であった。昭和 40 年代の成長の時代に入っても，より建設機械に適したエンジンであること，また高い性能を持つこと，そして十分な信頼性，耐久性のあることは最も基本的な問題として底にある建設機械用エンジンを支える 3 本の柱であることに変りはない。

図―1 装軌式トラクタ年度別生産台数

ますます増大する建設需要に対処するため急成長が続いてゆく中で，専門オペレータの機械から誰でも安易に使える機械に移ってゆく。したがって，取扱性の問題，さらにはオペレータに対し，また機械の周囲に対する環境の問題に対するきめの細かい配慮が行われなければならなかった。このことがこの 図―1 の示す増加のカーブの裏に示されているのである。

2.2 種類と特長

建設機械用ディーゼルエンジンは作業機械に搭載されることが多いので小形で高出力である必要があり，高速ディーゼルエンジンがほとんどであるが，特に水冷式 4 サイクルエンジンが多く，2 サイクルエンジンも一部に使われている。これらは大形のものはすべて前述の燃料経済と安全性の意味でディーゼルエンジンが使われるが，ごく小形の汎用に灯油エンジンやガソリンエンジンが使われることがある。

最近は特に重自動車用エンジンの大形化に伴って建設機械にそれらが使われることが増えてきたが，次の諸点には十分注意すべきである。

① いつも激しく負荷が変動する状態で運転されるから，運動する部分はもちろん，強度，耐摩耗性に注意されたものであり，全体として剛性の十分な必要がある。

② エンジン全体が激しい動揺，振動にさらされるので，エンジン本体はもちろん，まわりに取付いている補機類，配管，計器類などすべて耐振性に留意しなければならない。

③ 砂塵地，熱寒冷地，僻地などで使われることが多い。エンジンの始動の問題は特に大切で，必要に応じ補助装置を持たねばならない。

④ 作業現場の地形，作業内容などにより傾斜運転されることが多いので，前後左右に，たとえば 30° ないし 45° ぐらいの傾斜運転に耐える構造であることが望ましい。

⑤ 負荷の変動が激しいのでガバナは負荷の変動に自動的に追随し，作業者は作業速度のみを指定する方式のオールスピードガバナが望ましく，広い回転範囲で感度よく作動し，安定度の高いものでなければならない。

⑥ エアクリーナは砂塵地はもちろん，一般の作業現場でも高性能で容量の大きいものを使用し，一般にはプレクリーナを持って容量を増すとともに，日常整備に便利にしておく。

⑦ オイルフィルタ，燃料フィルタ，ブリーザなども塵埃の混入を防止して耐久性を増すための部品であるから，十分容量が大きく，また，機能の高いことが要求される。

⑧ 雨露にさらされ，あるいは水中作業などもあるので電装品は防水に注意したものがよく，また海岸での塩

風の留意も要る。エンジン本体のある程度の水密も用途によっては必要である。

⑨ サービスメータを持つと，整備上にも作業記録上にも便利である。

3. 性能と仕様

図—2 JIS D 1005 による出力呼称

建設機械用エンジンは上述のように過酷な使用条件にさらされるので，一般の自動車用エンジンなどのように最高回転速度の最大出力を呼称しないで，自動車用エンジンを建設機械用に使用する場合にも回転速度はガバナによって低く抑え，出力も燃料噴射量のセットを低く抑えて耐久性，信頼性を保持できるようにしている。このため同じエンジンでも作業機械に搭載されるときは建設機械独特の出力呼称を行っている。

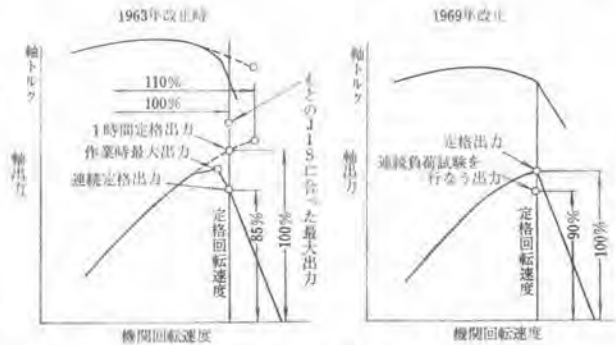
これは JIS D 1005「建設機械用ディーゼル機関性能試験方法」に定義されている。

この規格は上述の建設機械の発展のところで述べたように建設機械なり建設機械用ディーゼルエンジンがいかにあるべきかを求めていた頃，昭和 24 年に日本建設機械化協会の前身である建設機械化協議会で判定した「建設機械用ディーゼル機関性能試験要領」に端を発するものである。この要領は，将来建設機械用として設計製作されるエンジンはこの要領により試験すべきであるということを示した画期的なものであった。

これに基づいた 1953 年（昭和 28 年）の JIS には最大負荷試験，実用最大負荷試験，トルク試験，作業時負荷試験，定格負荷試験，最低回転速度試験があり，いわゆる呼称すべき「定格出力」はエンジンの出し得る一杯の出力性能からどのぐらいしぼって信頼性，耐久性を保証すべきかを間接的に定めている。

この JIS は 1956 年（昭和 31 年）改訂され，実用最大という言葉が「一時間定格」と改められ，より明確にエンジンの「定格」の定義が行われた。

1963 年（昭和 38 年）制定後 10 年を経て第 2 回目の改訂が行われた。この改訂は「作業時最大出力」の導入，商用試験の規定，標準状態の改訂，排気濃度測定の規定，最大出力試験の任務終了など顕著な事項が多く，すぐれた改訂といわれているが，図—1 に見るような 10 年の発展，製作台数の増加，使用実績の蓄積がこれらを示したものである。

1969 年（昭和 44 年）第 3 回目の改訂が行われ，現在の JIS はこれである。この改訂は国際化の嵐の中で，もはや戦後ではなく，諸外国に追いつき，追い越せの勢の中で制定された。この JIS では「定格回転速度」と「定格出力」のみがあって，もはやそれがそのエンジンの出し得る出力の何%であるべきというような規定はない。ただ連続負荷試験のみ残って，それは定格出力の 90 % の負荷で 10 時間エンジンの運転状況を調べるということになった。

この JIS 改訂の経緯はまたわが国の建設機械用ディーゼルエンジンの性能のみならず，耐久性，信頼性の面での進歩を裏付けるとともに，国際標準化への考慮などが総合して示されているものである。

3.1 馬　　力

上述の定格出力の単位は馬力（PS）である。定格というのは「格付けをする」，「位置決めをする」ぐらいの意味である。エンジンの格付けは何回転において何馬力と呼ばれる。

さて，馬力というのは仕事量の単位であって，工学的には 1 秒間に 75 kg-m の仕事ができることを 1 馬力の能力があるという。この仕事というのは単位でわかるように，重いものを遠方に動かすことをいう。たとえば排土板である土量を押してゆく。あるいはスクレーパのボウルに土を入れて運土するなどを想像されたい。これを短時間にできるほど大馬力ということになる。したがって，大仕事量を早くこなすものほど馬力が要る。常識的にあの男は馬力があるというのは，短期間に多くの仕事（この場合物理的な仕事でないが）をこなすことをいうのに似ている。くどく言うならば，大きく重いもの，遠くへ早く移動させるものには大馬力のエンジンを搭載せねばならない。

3.2 ト ル ク

エンジンは燃料の燃焼によって化学エネルギーを機械エネルギーに変えて軸を回転する力の形でエネルギー（仕事）を取り出す。トルクの単位は kg-m で，軸の中心から 1 m のところで 1 kg の切線力が働いているとき，その軸のトルクは 1 kg-m であるという。トルクはその軸での馬力を回転速度で割った値に比例するので，一定馬力の場合では回転速度の小さくなるほどトルクは大きくなる。たとえばブルドーザの場合ではエンジンのフライホイールにおけるトルクはトランスミッション，ファイナルギヤなどで何段にも減速されてスプロケットを回すときには大きなトルクとなって重い車を動かすことが

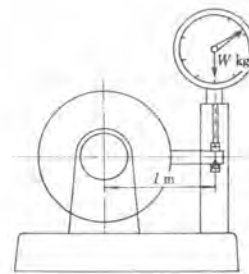
できる。しかし，回転速度の方はぐっと落ちて，スプロケットはエンジンの軸のように早くは回らない。

次にエンジンの出力を調べたいときはエンジンを動力計に継いで動力計の軸を回転させようとするトルクを動力計の腕の長さと秤の目盛から読み，同時に動力計の軸の回転速度を測って 図—3 のようにして計算で出す。

3.3 燃料消費率

エンジンの性能を比較するのに燃料消費率があるが，これはエンジンそのものの性能をみるのにはよいが，実用上では燃料消費量の方が適当である。燃料消費率の単位は g/PS·hr で，1時間当り1馬力当り何 g の燃料をくうかであり，燃料消費量は g/hr あるいは kg/hr などか，燃料の比重で割って l/hr などで表わす。この値は燃料タンクの容量との関係などのほか，エンジンの平均の熱負荷をも表わすもので，同じエンジンでもいろいろな用途でそれぞれこの値は異なるものである。

3.4 用途と定格出力の関係

図—4 はトラクタ，ダンプトラック，トラクタショベル，エアコンプレッサ，ロードローラ，パワーショベルなどのそれぞれの仕様を代表する重量，積載量，バケット容量，空気吐出量，重量，ディッパ容量など当り大形も小形も平均何馬力の定格出力のエンジンが搭載されているかを示す図である。幾年か前の資料と比較してみるとこれらの値が少しあて増加している。これは主に油圧化の進歩によるオイルポンプ容量の増加，トランスミッションのパワーシフト化などが影響しているのであるが，作業速度，つまり施工能率を上げるには結局この値

図—3 動力計概念図

表—1 三菱 DB 形ディーゼルエンジンの燃料消費量

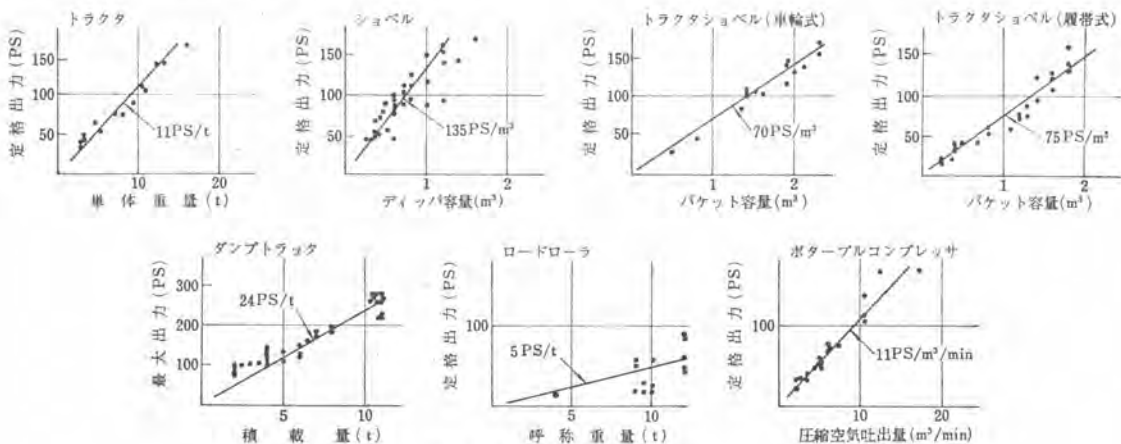
	出力セット (PS/rpm)	燃料消費量 (l/hr)
トラック	165/2,300	6～9
バス	165/2,300	5～8
モータスクレーパ	130/2,000	約 18
ショベルローダ	105/1,800	11～13
エアコンプレッサ	110/1,750	10～12

を増すしかないのである。

3.5 仕　様

仕様書というのはエンジンの性能，構造の大要を記したもので，ある用途に新しいエンジンを使おうとするときなどにこれを調べる。仕様書の書き方は JIS D 0006「建設機械用ディーゼル機関仕様書様式」として決められていて，各エンジンともこの様式に従って書くことになっている。また，この様式には術語の定義も行ってある。

図—4 各種建設機械の所要馬力

建設機械化研究所抄報 No. 100

296. インガーソルランド SP-54 形振動ローラ性能試験

（1） 試験期間 昭和48年5月12日～5月24日

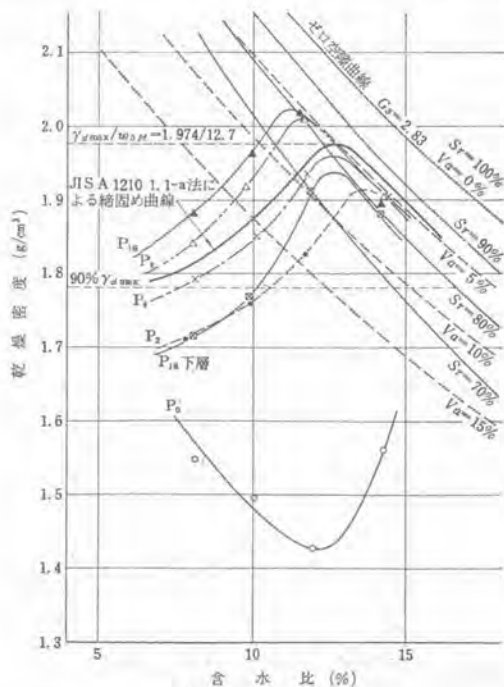
（2） 構造形式 前2輪タイヤ，後1輪鉄輪，自走式，車体屈折式

（3） 締固め性能

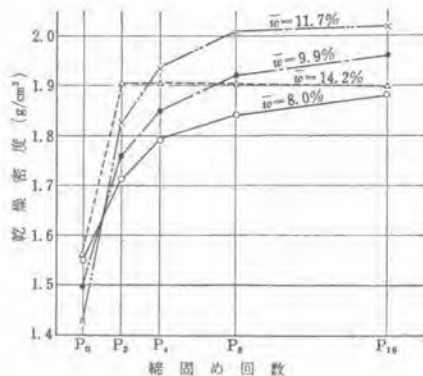
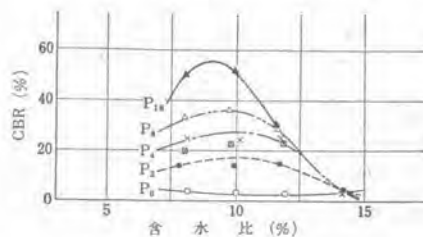
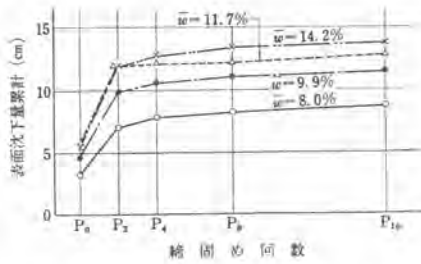
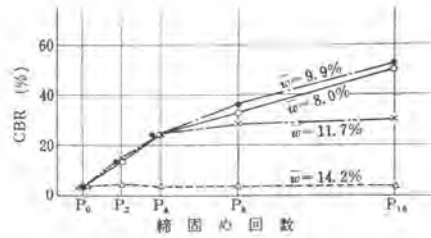
コンクリート製のテストピット（幅3.5 m，深さ1 m，長さ24 m）内に試験用土をまき厚30 cmで敷きならし，これを初期転圧ローラにより8回締固めを行った後，試験車を通過させて乾燥密度，支持力（CBR）および試験用土表面の沈下量を測定した。

試験用土には砂66%，シルト25%，粘土9%からなる砂質ロームを用いた。また，試験は含水比および転圧回数を変えて行った。試験条件を 表—296.1 に示す。

表—296.1 試験条件

土質	まき厚 (cm)	含水比 (%)	試験時車両重量 (kg)	通過速度 (km/hr)	通過回数 (回)
砂質ローム	30	乾燥側 8, 9.9 最適含水比 11.7 湿潤側 14.2	9,500	0.6～3.4 0.6～3.0 1.0～9.5	2,4,8,16

図—296.1 は含水比の変化に対する乾燥密度の変化を通過回数ごとに示したものである。図中，P_0, P_2 等は通過前，2回通過後等の値を示す。なお，P_{16} 下層とは表面から約10 cmにおける測定値である。また，この図には試験用土の JIS A 1210 による締固め曲線，最大乾燥密度（$\gamma_{d\max}$），最適含水比（ω_{opt}），締固め度90%の乾燥密度（$90\%\gamma_{d\max}$），飽和度（S_r）および空気間げき率（V_a）曲線を示してあるので，締固め度判断の際の参考とされたい。

図—296.2 は乾燥密度が通過回数により変化する状態を含水比ごとに示したものである。同様に，含水比と支持力の関係を 図—296.3 に，通過回数と表面沈下量の関係を 図—296.4 に，通過回数と支持力の関係を 図—296.5 にそれぞれ示す。

図—296.1 乾燥密度と含水比の関係

図—296.2 乾燥密度と締固め回数の関係

図—296.3 CBR と含水比の関係

図—296.4　表面沈下量と締固め回数の関係

図—296.5　CBR と締固め回数の関係

297. サカイ TS 350 形タイヤローラ性能試験

（1） 試験期間　昭和 48 年6月 18 日～7月 27 日

（2） 構造形式　油圧モータ後輪駆動前輪操向式

（3） 主要諸元（表—**297.1** 参照）

（4） 走行性能（表—**297.2** 参照）

（5） 締固め性能

コンクリート製のテストピット（幅 3.5 m，深さ 1 m，長さ 24 m）内に試験用土をまき厚 30 cm で敷きならし，これを初期転圧ローラにより8回締固めを行った後，試験車を通過させて乾燥密度，支持力（CBR）および試験用土表面の沈下量を測定した。

試験用土には，砂 63%，シルト 27%，粘土 10% からなる砂質ロームを用いた。また，試験は含水比および転圧回数を変えて行った。試験条件を 表—**297.3** に示す。

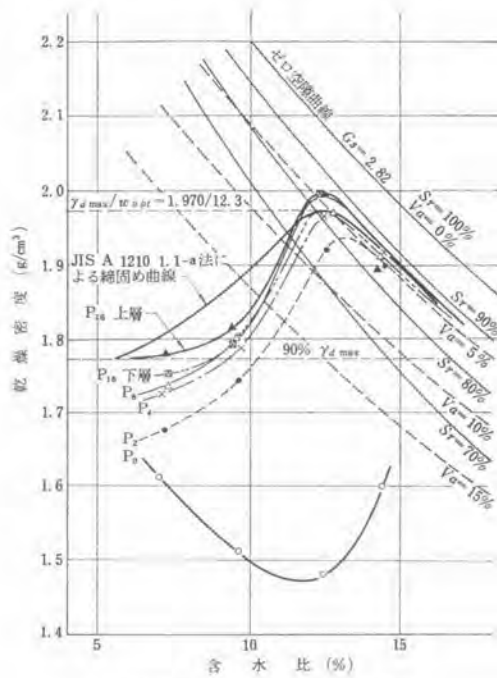
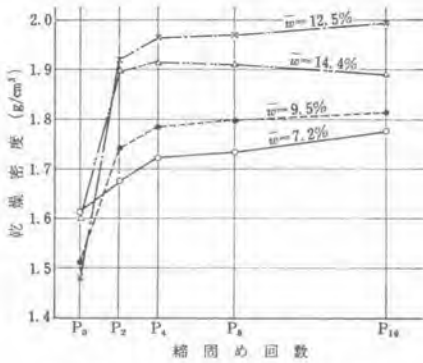
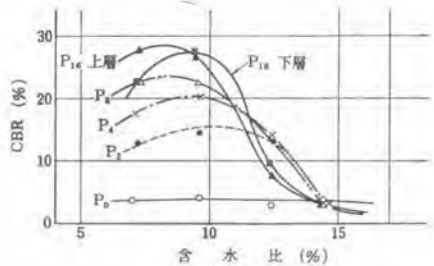
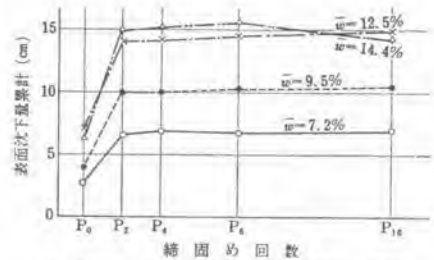
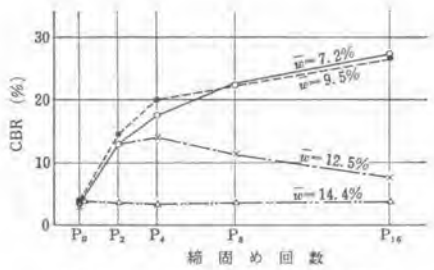
図—**297.1** は含水比の変化に対する乾燥密度の変化を通過回数ごとに示したものである。図中，P_0, P_2, 等は通過前，2回通過後等の値を示す。なお，P_{16} 下層とは表面から約 10 cm における測定値である。また，この図には試験用土の JIS A 1210 による締固め曲線，最大乾燥密度（$\gamma_{d\max}$），最適含水比（ω_{opt}），締固め度 90% の乾燥密度（90%$\gamma_{d\max}$），飽和度（S_r）および空気間げき率（V_a）曲線を示してあるので，締固め度判断の際の参考とされたい。

図—**297.2** は乾燥密度が通過回数により変化する状態を含水比ごとに示したものである。同様に，含水比と支持力の関係を 図—**297.3** に，通過回数と表面沈下量の関係を 図—**297.4** に，通過回数と支持力の関係を 図—**297.5** にそれぞれ示す。

表—297.1　主　要　諸　元

項　　目	単　位	仕様値	測定値	備　　考
最大車両重量	kg	35,630	35,480	測定値はオペレータ含まず
前軸荷重	kg	15,270	15,110	
後軸荷重	kg	20,360	20,370	
水平重心位置	mm		1,703	後輪中心より
重心高さ	mm		944	
接地圧（前輪）	kg/cm²		5.88	
〃　（後輪）	kg/cm²		5.67	
車両重量	kg	16,130	16,220	測定値はオペレータ含まず
前軸荷重	kg	6,570	6,495	
後軸荷重	kg	9,560	9,725	
重心高さ	mm		1,201	
接地圧（前輪）	kg/cm²		5.00	
〃　（後輪）	kg/cm²		4.96	
バラスト重量	kg	17,370	17,085	
水タンク容量	l	2,130	2,130	バラスト
全長	mm	5,420	5,422	
全幅	mm	2,430	2,455	
全高	mm	2,775	2,768	操向ハンドル上端まで
軸距	mm	4,000	4,000	
最低地上高	mm	340	339	
締固め幅	mm	2,430	2,414	
タイヤの上下可動量	mm	前150/後50	150/70	前輪垂直可動式，後輪相互揺動式
タイヤ空気圧（前輪）	kg/cm²	7.0	7.0	使用可能範囲 1.8～9.0
〃　（後輪）	kg/cm²	7.0	7.0	
前後輪オーバラップ	mm	5	−9～14	負号は踏残し

表—297.2　走　行　性　能

	速度段	前進		後進		備　考
		仕様値	実測値	仕様値	実測値	
平地最高速度 (km/hr)	1　速	6.5	7.3	6.5	7.2	
	2　速	15	16.1	15	16.0	
10.3 度坂路登坂速度 (km/hr)	1　速		3.4		3.2	
	2　速		ストール		ストール	
最小回転半径 (m)	右回転	7.9	7.72	7.9	7.72	最外輪中心
	〃		8.24		8.22	車両最外側
	左回転	7.9	7.69	7.9	7.77	最外輪中心
	〃		8.20		8.26	車両最外側
最大車両重量時ブレーキ性能	測定初速度 15.8 km/hr における停止距離					3.48 m
	初速度 15 km/hr への補正停止距離					3.15 m
	ブレーキ効率					0.29

図—297.1 乾燥密度と含水比の関係

図—297.2 乾燥密度と締固め回数の関係

表—297.3 試験条件

土質	まき厚 (cm)	含水比 (%)	試験時車両重量 (kg)	通過速度 (km/hr)	通過回数 (回)
砂質ローム	30	乾燥側 7.2, 9.5 最適含水比 12.5 湿潤側 14.4	35,535	1.9〜4.9 1.8〜5.1 2.3〜3.1	2,4,8,16

図—297.3 CBR と含水比の関係

図—297.4 表面沈下量と締固め回数の関係

図—297.5 CBR と締固め回数の関係

298. 三菱 LG 3 形モータグレーダ性能試験

（1） 試験期間 昭和48年7月23日〜8月30日

（2） 構造形式 油圧式タンデムドライブ

（3） 機関性能

主要性能の仕様値の比較を 表—298.1 に示す。なお，修正値は計算により標準大気状態へ実測値を修正したものである。また 図—298.1 は試験結果から作成した性能曲線である。

（4） 主要寸法（表—298.2 参照）

（5） 重量および重量配分，接地圧（表—298.3 参照）

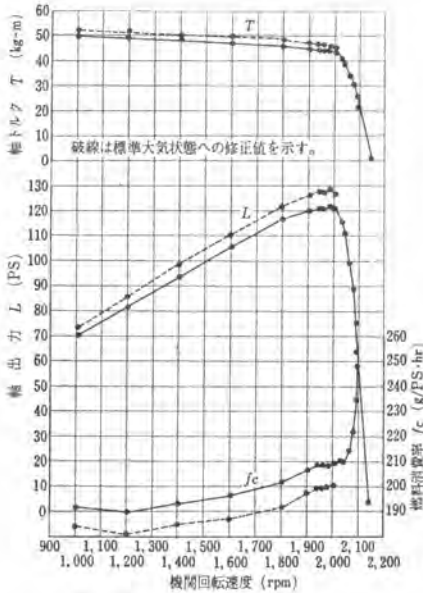
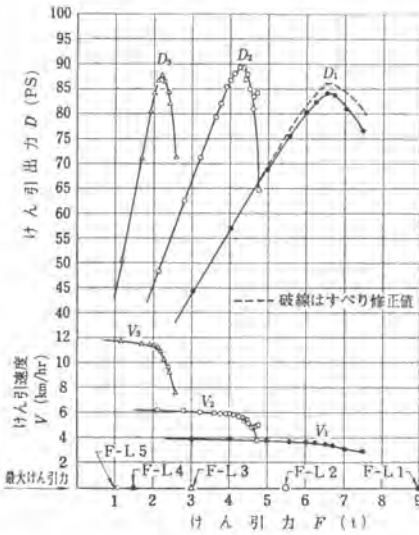
（6） ブレードおよびスカリファイヤ機能（表—298.4 参照）

（7） 騒音（表—298.5 参照）

（8） 走行およびけん引性能（表—298.6 参照）

けん引力の変化に対するけん引力およびけん引速度の関係を 図—298.2 に示す。また連続けん引試験結果を 図—298.3 に示す。

（9）　作業試験（表―298.7 参照）

砂質ローム土の路上でブルドーザをジグザグ走行させて人為的な不整地を作り，これの整地作業を行った。

図―298.1　機関性能曲線図

図―298.2　けん引性能曲線図

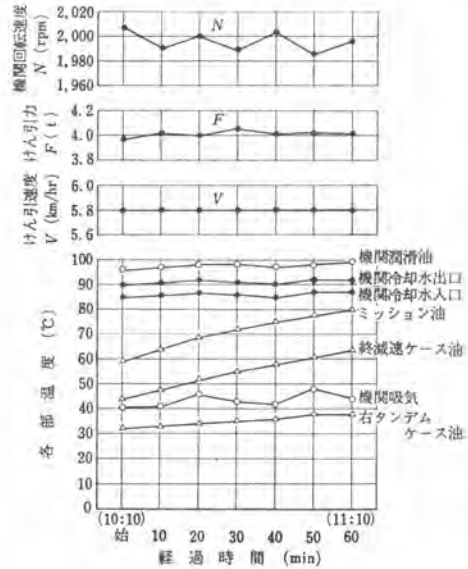
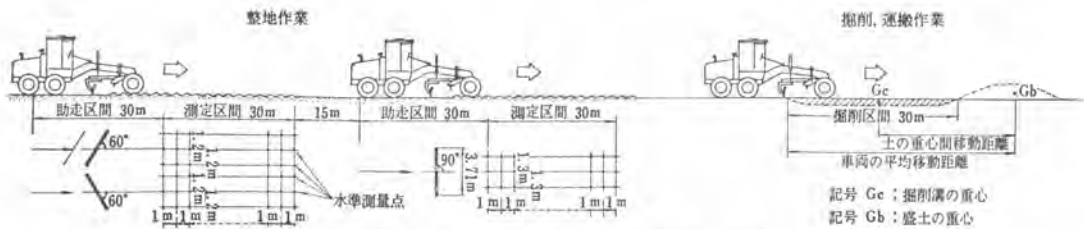
作業の方法は，助走区間内で掘削量を調整した後，測定区間内をそのままの状態でブレード操作を行わずに通過させた。

作業の順序は，道路の両側はブレードを進行方向より傾けた状態で，中央部は進行方向と直角にした状態でそれぞれ作業を行った。

測定は作業前後の路面の凹凸量と作業速度について行い，凹凸量はブレードのほぼ中央部，ブレードの左および右半のほぼ中央部を進行方向に 1 m ごとにレベルを用いて水準測量して求めた。図―298.4 に作業の方法と測点位置を示す。

表―298.1　機　関　性　能

機関形式名称：三菱 6 DB 10 C
シリンダ数－径×行程：6-110 mm×150 mm
総排気量：8.55 l
圧縮比：18.0

	定格出力 PS (rpm)	最大トルク kg-m (rpm)	燃料消費率 g/PS·hr	最高回転速度 rpm	最低回転速度 rpm
仕様値	125 (2,000)	52 (1,000)	205		
実測値	122 (2,000)	50.1 (1,003)	209	2,141	450
修正値	127	52.3	200		

図―298.3　連続けん引試験成績図

図―298.4　整地作業および掘削運搬作業試験説明図

表―298.2 主要寸法

項目	単位	仕様値	実測値	備考
全長	mm	8,320	8,300	
全幅	mm	2,340	2,372	
全高	mm	3,690	3,682	キャブ上の黄色回転灯上端
全高（輸送時）	mm	2,620	2,639	ステアリングハンドル上端
軸距	mm	6,000	5,991	
タンデムホイール中心距離	mm	1,505	1,504	
最低地上高	mm	410	401	
けん引具地上高	mm	895	887	
ブレード長さ	mm	3,710	3,710	
ブレード高さ	mm	530	530	
ブレードベース	mm	2,760	2,722	
スカリファイヤ掘起し幅	mm	1,225	1,214	
スカリファイヤベース	mm	1,090	1,110	

表―298.3 重量および重量配分，接地圧

項目	荷重 (kg)		荷重配分 (%)		接地圧 (kg/cm²)	
	仕様値	実測値	仕様値	実測値	真	みかけ
車両重量	12,210	12,330				
前輪	3,585	3,690	29.4	29.9	5.2	2.3
後輪	8,625	8,640	70.6	70.1	4.7	2.2
ブレード	6,630	6,680	54.3	54.2	線荷重 1,801 kg/m	
後輪	5,580	5,650	45.7	45.8		
スカリファイヤ	4,380	4,550	35.9	36.9	爪1本当り	414 kg
後輪	7,830	7,780	64.1	63.1		

表―298.4 ブレードおよびスカリファイヤ機能

項目		ブレード		スカリファイヤ		備考
		仕様値	実測値	仕様値	実測値	
上昇速度 (mm/sec)	左	255	333	168	200	
	右		270			
最大地上高さ (mm)	左	350	374	290	290	
	右		341			
最大突出長さ (mm)	左	2,325	2,190			ピン位置調節
	右	2,040	2,084			スカリファイヤなし

表―298.5 騒音測定

測定条件	機関回転 (rpm)	走行速度 (km/hr)	騒音レベル（ホンA）		備考
			オペ耳もと	15 m 左方地上1.2m	
車両停止	2,130		93	79	
走行中		4.2	92	81	Co. 舗装路
〃		29.1	93	83	〃
けん引試験中	1,996	5.8	91	82	〃

表―298.6 走行およびけん引性能

項目	速度段	前進		後進		備考
		仕様値	実測値	仕様値	実測値	
平地最高速度 (km/hr)	1速	7.2/ 3.9	7.9/ 4.2	3.0	3.2	H/L
	2速	11.3/ 6.1	12.3/ 6.6	4.7	5.1	
	3速	21.0/11.3	22.8/12.2	8.7	9.4	
	4速	37.5/20.1	40.0/21.7	15.5	16.7	
	5速	50.3/26.9	46.5*/29.1	20.8	22.4	*助走230m
20度坂路登坂速度 (km/hr)	L1速		3.9		2.9	
	L2速		5.6		4.5	
	H1速		4.6			
	L3, H2		エンスト		エンスト	
最小回転半径 (m)	左回り	10.0	10.08		12.08	最外輪中心
	右回り	10.0	10.13		12.07	
ブレーキ性能	測定初速度 34.7 km/hr からの制動距離 (m)					9.1～9.6
	初速度 35 km/hr への補正制動距離 (m)					9.54
	ブレーキ効率					0.51
最大けん引力 (kg)	L1速	6,900	9,000	L4	1,650	1,510
	L2速	5,475	5,450	L5		1,030
	L3速	2,950	2,920			
けん引性能*				F1	F2	F3
	最大けん引出力 (PS)			84.2	89.3	87.8
	同上時けん引力 (kg)			6,530	4,250	2,180
	同上時けん引速度 (km/hr)			3.5	5.7	10.9

表―298.7 整地作業試験成績表

作業対象土質名称：砂質ローム土　湿潤密度：2.06 g/cm³　含水比：7.2%

試験番号	変速段	ブレード姿勢	測定区間 (m)	作業時間 (sec)	作業速度 m/sec	作業速度 km/hr	平均掘削深さ (mm)	測線位置	最大高低差 (mm) 試験前	最大高低差 (mm) 試験後	高低差の平均値 (mm) 試験前	高低差の平均値 (mm) 試験後	高低差の標準偏差 (mm) 試験前	高低差の標準偏差 (mm) 試験後	摘要
1	F-L1	60°	30	28.6	1.0	3.6	37.9	左	53	37	25.0	15.8	16.6	9.5	
								中央	76	45	34.3	23.1	20.5	11.2	
								右	90	46	38.6	17.8	25.2	13.1	
4	F-L1	60°	30	38.8	0.8	2.9	25.3	左	61	34	29.0	17.4	17.6	9.4	
								中央	58	31	19.0	13.8	15.1	8.9	
								右	54	34	19.8	15.5	14.3	9.4	
2	F-L1	60°	30	28.3	1.1	4.0	24.1	左	101	48	52.3	26.4	23.8	13.3	
								中央	94	38	49.6	21.6	19.7	11.5	
								右	47	52	28.8	35.1	10.9	13.0	
5	F-L1	60°	30	36.0	0.8	2.9	18.9	左	82	40	33.7	23.7	19.3	9.6	
								中央	95	33	57.3	11.4	20.4	8.1	
								右	54	26	23.2	15.9	14.5	6.4	
3	F-L1	90°	30	32.8	0.9	3.2	19.4	左	73	39	36.7	21.6	17.5	11.2	
								中央	59	46	29.1	31.6	15.8	8.7	
								右	78	41	39.7	17.1	23.1	9.7	
6	F-L1	90°	30	44.0	0.7	2.5	21.5	左	69	87	45.5	42.0	17.3	22.3	
								中央	68	48	33.7	29.4	18.4	11.5	
								右	67	64	28.4	32.0	16.3	15.3	
7	F-L1	75°	30	34.8	0.9	3.2	8.8	左	.87	66	42.0	30.2	22.3	19.3	試験番号6を2回がけした結果
								中央	48	43	29.4	24.2	11.5	11.3	
								右	64	32	32.0	13.5	15.3	7.6	

文献調査

新しく開発されたアスファルトフィニッシャ

広報部会
文献調査委員会

図-1 走行装置の取付

アスファルト舗装工事において，従来使用されているフィニッシャを改良し，新しい装置を加えたフィニッシャの開発が西ドイツ・ハイデルベルグで行われた。

改良部としては，路側の状態に応じて各種走行装置が脱装着可能な機構の開発が行われた。さらにフィニッシャ後部にスリップフォームが取付けられていること，また，足回りが4点支持で，それぞれは油圧シリンダによって高さを制御できる装置となっている。一方，アスファルト合材を貯えるホッパが機械の前方部にあり，2層目にまき出す合材をホッパから輸送するベルトコンベヤが機械の側面に装着してある。操向およびレベルはガイドラインによるコントロールで行われている。

(1) 走行装置の改良

モルタル上にアスファルトを敷きならす場合できるだけ幅広く敷くことが重要である。このためアスファルトフィニッシャの次に示す走行装置の取付が考えられる。図—1の(a)はアスファルト層部にレールを敷き，その上に車輪を付けたフィニッシャが走行する方法である。(b)はクローラをアスファルト層の外側の路盤上を走行させる場合で，舗設幅員が小さくなる。(c)はいわゆる改良形のもので，クローラをフィニッシャの内側に入れて幅員をかせいでいるものである。

(2) レベル制御の改良

フィニッシャの走行装置である4支点のクローラは油圧シリンダの伸縮により高さの調整が可能な機構になっている。この4本のシリンダはセンサによる入力電気信号を電気—油圧制御を行わせることにより動かしている。このセンサによるレベル制御は路側上にはったワイヤロープが基準となっている。

(3) 合材輸送機構・まき出し機構の開発

写真—1はスクリード前方にある上層部合材まき出し部に機械の前方にある合材ホッパから合材を輸送するために開発された装置であり，フィニッシャの側面上方部にベルコンをおき，ホッパからの合材を上層まき出し部へ輸送しているものである。フィニッシャ後部にベルコンからの合材をうけるホッパを有し，そこからスクリード前面へ合材を左右に一様にまき出すようになっている。また，この後部ホッパからスクリードに流す合材の温度も250°Cに保たれる特殊な保温装置がついている。

写真—1 上層部合材まき出し部に合材を輸送する装置

(4) 合材ホッパの改良

合材ホッパは舗装版の幅員により分割式になっており，幅員3.75mから13mまでの間を調整できるようになっている。また，前述した各種走行装置による幅員の微調整も0.25m, 0.5m, 1.5m, 2.25mのステップで行える。

(委員：岡崎治義)

"Rationelle Einbaumethode bei großen Gußasphaltdeckenlosen"
Baumaschine und Bautechnik-20 Jahrgang, Heft 5, Mai 1973

ニュース

履帯式トラクタショベル "CAT 941 B"

キャタピラー三菱（株）ではバケット容量 1.2 m³ の履帯式トラクタショベルを 48 年 10 月より発売した。

本機は，従来の CAT 941 のダイレクトドライブ方式をパワーシフトドライブ方式に改造し，バケット容量をアップさせたもので，次のような特徴がある。

① 出力 81 PS の機関を搭載しているので強力で粘り強い。

② ペダル式ステアリングを装備しているので運転操作が容易である。

本機のおもな仕様を 表—1 に示す。

表—1 CAT 941 B 主要仕様

項目	仕様	項目	仕様
バケット容量	1.2 m³	ダンピングクリアランス	2,415 mm
全装備重量	11,000 kg		
機関出力	81 PS	走行速度	前後進とも 3 段
履帯中心距離	1,525 mm	前進	0~8.3 km/hr
接地長×接地幅	2,060×330 mm	後進	0~9.6 km/hr
登坂能力	30 度	全長×全幅×全高	4,720×2,075 ×2,975 mm
ダンピングリーチ	1,145 mm		

写真—1 履帯式トラクタショベル "CAT 941 B"

（編集部）

行事一覧

（昭和48年11月1日～30日）

広報部会

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月6日（火）12時～
出席者：内田保之委員長ほか3名
議　題：第8章"モータグレーダおよび路盤用機械"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月7日（水）10時～
出席者：沢　静男委員長ほか5名
議　題：第5章"クレーンその他"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月8日（木）10時～
出席者：須田光俊幹事ほか7名
議　題：第4章"運搬機械"掲載原稿の審査

■建設機械施工技術検定テキスト委員会
日　時：11月8日（木）14時～
出席者：本田宜史委員ほか3名
議　題："建設機械施工技術検定テキスト"の改訂について

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月8日～9日　10時～
出席者：千田昌平委員長ほか9名
議　題：第6章"基礎工事用機械"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月13日（火）10時～
出席者：倉田保造委員長ほか6名
議　題：第9章"締固め機械"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月13日（火）10時～
出席者：幸　春生委員長ほか7名
議　題：第10章"骨材生産機械"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月14日（水）10時～
出席者：本田宜史委員長ほか9名
議　題：第1章"ブルドーザおよびスクレーパ"，第3章"積込機械"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月14日（水）10時～
出席者：塩野久夫委員長ほか2名
議　題：第13章"道路維持および除雪機械"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月14日（水）10時～
出席者：福本　寛委員長ほか6名
議　題：第17章"タイヤ・ワイヤロープおよび燃料・潤滑油"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月15日（木）10時～
出席者：白石　旭委員長ほか11名
議　題：第12章"掘削機械"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月16日（金）10時～
出席者：石黒敏正委員長ほか6名
議　題：第7章"せん孔機械およびトンネル掘進機"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月16日（金）14時～
出席者：三浦満雄委員長ほか7名
議　題：第11章"コンクリート機械"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月19日（月）10時～
出席者：今田元氏委員長ほか4名
議　題：第12章"舗装機械"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月19日（月）10時～
出席者：大城忠士委員長ほか5名
議　題：第15章"空気機械・送風機およびポンプ"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月19日（月）10時～
出席者：石沢利雄委員長ほか4名
議　題：第16章"原動機その他"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月20日（火）10時～
出席者：両角常美委員長ほか4名
議　題：第14章"作業船"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月21日（水）10時～
出席者：白石　旭委員長ほか2名
議　題：第2章"掘削機械"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月21日（水）10時～
出席者：石黒敏正委員長ほか3名
議　題：第7章"せん孔機械およびトンネル掘進機"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月21日（水）10時～
出席者：大城忠士委員長ほか3名
議　題：第15章"空気機械・送風機およびポンプ"掲載原稿の審査

■建設機械施工技術検定テキスト委員会
日　時：11月24日（土）10時～
出席者：内田秋雄委員ほか1名
議　題："建設機械施工技術検定テキスト"改訂について

■建設機械施工技術検定テキスト委員会
日　時：11月27日（火）13時～
出席者：本田宜史委員ほか3名
議　題："建設機械施工技術検定テキスト"の改訂について

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月27日（火）14時～
出席者：内田保之委員長ほか5名
議　題：第8章"モータグレーダおよび路盤用機械"掲載原稿の審査

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月29日（木）10時～
出席者：本田宜史委員長ほか9名
議　題：第1章"ブルドーザおよびスクレーパ"，第3章"積込機械"掲載原稿の審査

■文献調査委員会
日　時：11月29日（木）15時～
出席者：芹沢富雄委員ほか4名
議　題：機関誌昭和49年2月号掲載原稿の検討

■建設機械要覧編集委員会
日　時：11月30日（金）10時～
出席者：幸　春生幹事ほか3名
議　題：第10章"骨材生産機械"掲載原稿の審査

機械技術部会

■空気機械およびポンプ技術委員会ポンプ分科会
日　時：11月7日（水）13時～
出席者：登尾美視委員ほか4名
議　題：①工事用水中ポンプのアンケート案の検討，②工事用水中ポンプ修理基準の検討

■トラクタ技術委員会幹事会
日　時：11月8日（木）10時～
出席者：本田宜史委員長ほか3名
議　題：オペレータハンドブック"トラクタ"の改訂に関するアンケート様式の打合せ

■油圧機器委員会油圧機器ハンドブック分科会
日　時：11月13日（火）10時～
出席者：大蝶　堅委員長ほか6名
議　題：①油圧機器ハンドブックの最終審議，②ユーザとの合同打合会開催について

■グレーダ技術委員会
日　時：11月19日（月）14時～
出席者：内田保之委員長ほか7名
議　題：①ユーザの希望事項アンケートについて，②生産台数調査につい

て

■潤滑油研究委員会第5分科会

日　時：11月20日（火）13時～

出席者：山田敬一幹事ほか1名

議　題：銘柄表のとりまとめ

■研究成果発表会

日　時：11月22日（木）13時～

出席者：安河内春雄委員長ほか100名

演　題：①建設機械用ディーゼル機関の排気公害問題（講師：中戸恒夫），②特殊なブルドーザ（講師：布施行雄ほか），③軟弱地における建設機械用タイヤの走行性能（講師：藤本義二）

■空気機械およびポンプ技術委員会ポンプ分科会

日　時：11月26日（月）13時～

出席者：永井備三分科会長ほか7名

議　題：①工事用水中ポンプのアンケート案の検討，②工事用水中ポンプの修理基準案の検討

■グレーダ技術委員会

日　時：11月28日（水）14時～

出席者：岡部荘二幹事ほか3名

議　題：アンケート案の作成

施工技術部会

■道路除雪委員会

日　時：11月2日（金）14時～

出席者：比留間豊委員長ほか7名

議　題：①「防雪工学ハンドブック」，「道路除雪ハンドブック」の改訂についての意見交換，②新規受託内容の検討

■破壊・解体工法研究委員会

日　時：11月2日（金）15時～

出席者：芳野重正委員長ほか14名

議　題：①ウォータジェット工法について，②コンクリート，岩石破壊工法について，③建築破壊・解体機について

■高速道路土工委員会土工単価分析分科会

日　時：11月2日（金）15時～

出席者：伊丹康夫委員長ほか14名

議　題：現地調査の打合せ

■研究成果発表会

日　時：11月12日（月）13時～

出席者：伊丹康夫部会長ほか150名

演　題：①高速道路工事における土工単価および施工上の問題点について（講師：桜庭　晃），②ベルトコンベヤによる土運搬方法について（講師：福井　章），③コンクリート構造物の破壊・解体工法について（講師：芳野重正），④重建設機械の輸送について（講師：内山茂樹）

■場所打杭委員会幹事会

日　時：11月16日（金）14時～

出席者：高岡　博委員長ほか8名

議　題：①手引書編集方針について，②作業予定について，③見学会について

■高速道路土工委員会土工単価分析分科会現地調査

日　時：11月19日（月）～21日（水）

出席者：福井　章幹事ほか4名

場　所：日本道路公団名古屋建設局飯田，伊那工事事務所

目　的：高速道路土工工事費の分析・調査

■高速道路土工委員会土工単価分析分科会現地調査

日　時：11月26日（月）～28日（水）

出席者：森　茂分科会長ほか6名

場　所：日本道路公団福岡建設局小林，松橋工事事務所

目　的：高速道路土工工事費の分析・調査

整備技術部会

■税制委員会幹事会

日　時：11月14日（水）12時～

出席者：森木基裕委員長ほか2名

議　題：設備機器償却についてのアンケート案の検討

■部品工具委員会

日　時：11月27日（火）10時～

出席者：奥　敦委員長ほか4名

議　題：インパクトレンチ用ソケット規格について

調査部会

■調査部会

日　時：11月14日（水）14時～

出席者：江見正民幹事長ほか13名

議　題：①項目別担当者による下調査の結果発表，②今後の調査活動の対策

機械損料部会

■土工機械委員会小委員会

日　時：11月6日（火）13時～

出席者：佐藤裕俊副委員長ほか8名

議　題：土工機械損料の改正について

■舗装機械委員会

日　時：11月7日（水）13時～

出席者：今田元氏副委員長ほか14名

議　題：舗装機械損料の改正について

■建築用機械委員会

日　時：11月7日（水）13時～

出席者：杉山豊悦委員ほか12名

議　題：建築用機械損料の改正について

■基礎工事用機械委員会

日　時：11月8日（木）13時～

出席者：杉山豊悦委員ほか17名

議　題：基礎工事用機械損料の改正について

■基礎工事用機械委員会

日　時：11月10日（土）11時～

出席者：田崎正一委員ほか7名

議　題：基礎工事用機械損料の改正について

■鋼製仮設材委員会

日　時：11月13日（火）13時～

出席者：戸田　清委員長ほか10名

議　題：鋼製仮設材損料の改正について

■基礎工事用機械委員会

日　時：11月19日（月）13時～

出席者：杉山豊悦委員ほか6名

議　題：基礎工事用機械損料の改正について

■基礎工事用機械委員会

日　時：11月20日（火）13時～

出席者：山田　進委員ほか12名

議　題：基礎工事用機械損料の改正について

■トンネル用機械委員会

日　時：11月26日（月）13時～

出席者：小川俊和委員ほか3名

議　題：トンネル用機械損料の改正について

■トンネル用機械委員会

日　時：11月27日（火）13時～

出席者：戸田　清委員長ほか4名

議　題：トンネル用機械損料の改正について

■土工機械委員会

日　時：11月30日（金）10時～

出席者：佐藤裕俊副委員長ほか6名

議　題：土工機械損料の改正について

ＩＳＯ部会

■第1委員会

日　時：11月15日（木）14時～

出席者：大橋秀夫委員長ほか15名

議　題：①Method of testing braking efficiency of vehicles ②Method for locating the centre of gravity and for measuring the stability (static typing) of earth-moving machinery

■第3委員会

日　時：11月16日（金）14時～

出席者：森木泰光委員長ほか9名

議　題：①経過報告（1974年に開催される ISO/TC 127 および SC 各委員会の開催日時等について，TC 127/SC 関係 USA, UK および Poland

のコメントについて)，②東京会議の懸案事項であるSC 3 N 65の改正案作成について(DRAFT PROPOSAL Maintenance and adjustment tools for earthmoving machinery)

専門部会

■重建設機械輸送対策委員会特殊車開発小委員会

日　時：11月5日(月)14時～
出席者：野村義信委員長ほか27名
議　題：建設機械設計基準に関する要望についての報告

■安全対策委員会ヘッドガード小委員会トラクタ分科会

日　時：11月13日(火)14時～
出席者：狩野幸司幹事長ほか13名
議　題：トラクタヘッドガードの各社計画説明(試験方法，計画図，強度計算，取付方法等)

■安全対策委員会ヘッドガード小委員会ずり積み機分科会

日　時：11月14日(水)14時～
出席者：大類一久幹事ほか11名
議　題：ヘッドガード標準化の具体的検討(トンネル断面に対するずり積み機のヘッドガード形状，取付方法，試験方法，強度計算式等)

■重建設機械輸送対策委員会特殊車開発小委員会

日　時：11月16日(金)10時～
出席者：野村義信委員長ほか18名
議　題：①車両制限に関し新規設計計画または方針等の説明，②トレーラおよび上ものメーカ各社の要望事項の説明

■安全対策委員会ヘッドガード小委員会パワーショベル分科会

日　時：11月30日(金)14時～
出席者：豊田耕次幹事ほか17名
議　題：パワーショベルヘッドガードの標準構造についてとりまとめ

業種別部会

■製造業部会例会

日　時：11月19日(月)17時～
出席者：山本房生部会長ほか40名
議　題：①講演会"最近の通商産業政策について"講師関野弘幹，②懇親会

■サービス業部会見学会

日　時：11月21日(水)13時～
出席者：久保田栄部会長ほか27名
場　所：マルマ重車輌本社工場および相模工場，東洋内燃機工業社厚木工場

編集後記

昭和49年の1月号をお届けします。

昨年暮から始まった"石油ショック"により今まで続いてきた高度成長路線も見直しを迫られ，昭和49年度の予算編成においても公共事業の延びを抑える等，建設事業の行方も今までと異なった様相を示すものと思われ，どのような形で落着くかを検討する時期かと考えられます。エネルギーの節約，資源の節約という合理化の新しい命題に対して建設工事の機械化がどのように対応するかが新しい研究課題となるでしょう。

1月号の企画としては，今までと異なり，"エネルギー""水""道路""鉄道""住宅"の5部門について随想をお願いしました。エネルギーのみならず，いずれも現在焦眉の急の問題です。また，昭和48年5月末に行われたISO/TC 127の東京会議の報告がまとまりましたので，そのうちのSC 2の分について報告します。建設機械関係の技術活動も国際舞台におどり出た感が一入です。その他トンネルを中心に現場からの報告を数件いただきました。

本年は当協会の25周年の年であり，また建設機械化研究所の10周年でもあります。皆様のご活躍をお祈り致します。

(中野・桜沢・土居)

No. 287　「建設の機械化」　1974年1月号　〔定価〕1部 300円　年間3,000円(前金)

昭和49年1月20日印刷　昭和49年1月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人　最上武雄　　印刷人　大沼正吉

発行所　社団法人 日本建設機械化協会

〒105 東京都港区芝公園3丁目5番8号機械振興会館内　電話(03)433-1501　振替口座 東京71122番　取引銀行三菱銀行銀座支店

建設機械化研究所—〒417 静岡県富士市大渕3154(吉原郵便局区内)　電話(0545) 35-0212
北海道支部—〒060 札幌市中央区北3条西2—6　富山会館内　電話(011)231-4428
東北支部—〒980 仙台市国分丁3—10—21　徳和ビル内　電話(0222) 22-3915
北陸支部—〒951 新潟市東堀前通6番丁1061　中央ビル内　電話(0252) 23-1161
中部支部—〒460 名古屋市中区栄4—3—26　昭和ビル内　電話(052)241-2394
関西支部—〒540 大阪市東区谷町1—50　大手前建設会館内　電話(06)941-8845 / 8789
中国四国支部—〒730 広島市八丁堀12—22　築地ビル内　電話(0822) 21-6841
九州支部—〒810 福岡市中央区舞鶴1—1—5　舞鶴ビル内　電話(092)741-9380

印刷所　株式会社 技報堂　東京都港区赤坂1-3-6

豊かな明日をつくる三菱建設機械

三菱重工

1974年

今年も365日稼ぎます!

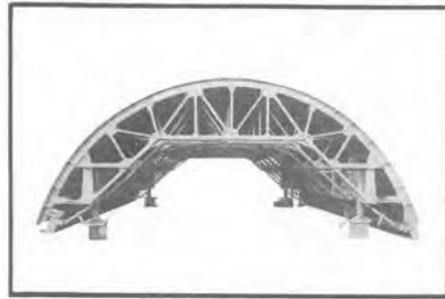
三菱ユンボMS60

東京都三鷹市の道路工事現場

三菱ユンボは、「故障しない」「寿命が長い」、信頼性の高い機種との定評をいただいています。そのわけは、開発に際して、充分な強度試験(ハイドラクトテスト)や、長時間にわたる連続稼動テストで納得のゆくまで耐久性の確認をしているからです。
とにかく機械サイドの理由で休むことで、ユーザーや現場のかたがたに迷惑をかけることのないように配慮しています。

☞裏面もご覧ください

岐阜工業の新幹線スチールフォーム

新幹線全断面スチールフォーム

新幹線上半スチールフォーム

山陽、東北、上越新幹線、青函トンネル スチール フォーム

（特許）ヒンヂプレートタイプ下猫フォーム取付

営　業　品　目

- スチールフォーム
- スライドセントル
- トレンローダー
- プレートフィダー
- チップラー
- ドリルジャンボー
- バラセントル
- スキップカー
- ダム用ライトゲージ
- 門型クレーン
- 天井走行クレーン
- コンベヤー
- ゲート
- その他建設機械一般

岐阜工業株式会社

本　　社　岐阜県本巣郡真正町十四条344番地
本社工場　TEL〈0583〉24－6111～6
仙台工場　仙台市六丁目御蔵谷地東1の1
　　　　　TEL〈0222〉92—0940，94—5350

D-207LC-M40D型 杭打機

日本車輌の建設機械

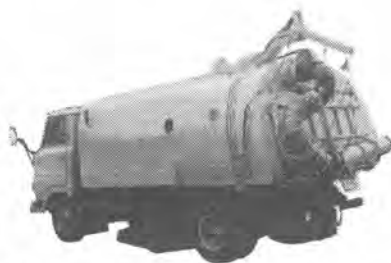
三点支持杭打機
万能掘削機
スクレープドーザー
トラッククレーン
トレイラー
ディーゼル発電機

建設機械代理店 **重車輌工業株式会社**

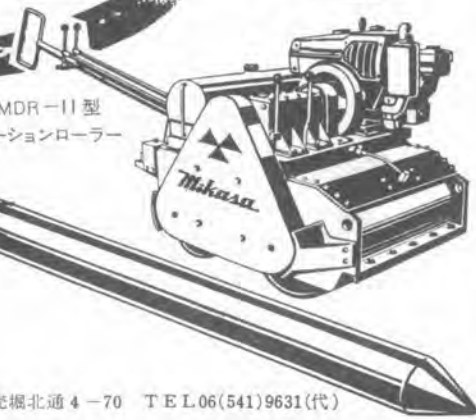
本　　社　東京都中央区銀座1－20－9　電話(535)7301(代)～5
東京工場　東京都西多摩郡羽村町神明台4-5-12　電話0425(54)1611(代)

小型スイパー

サイドローダー

ジェットフラッシャー
（高圧下水洗浄車）

航空路面清掃車

バキュームローダー
（汚泥吸排処理車）

Mikasa
●MTR－120型
タンピングランマー
三笠
建設機械
●MDR-7型
セブンローラー
●MVI－GM型
コンクリートバイブレーター
●MTR－80型
タンピングランマー
●MVC－110/70/52型
バイブロコンパクター
●MDR－11型
ダブルバイブレーションローラー
特殊建設機械メーカー
三笠産業
本　社　東京都千代田区猿楽町１－４－３
電　話（03）292－1411（大代表）
ＴＥＸ 222－4607　郵便番号 101
札幌出張所　札幌市中央区大通西8-2（ヒキタビル）
電　話　札幌011（251）２８９０番
仙台出張所　仙台市本町１－１０－１２（Ｓビル）
電　話　仙台0222(61)６３６１－２
工　場　群馬県館林市／埼玉県春日部市
西部総発売元 三笠建設機械株式会社 大阪市西区立売堀北通４－70　ＴＥＬ06(541)9631(代)

ロードヒータ RH-140

アスファルト舗装道路のハギ取り工事を目的としてつくられました。
プロパンガスによる赤外線発生装置を有する路面加熱器です。
従来のブレーカー等によるハギ取りに代わるものです。

赤外線方式 ハギ取工法の10大特長

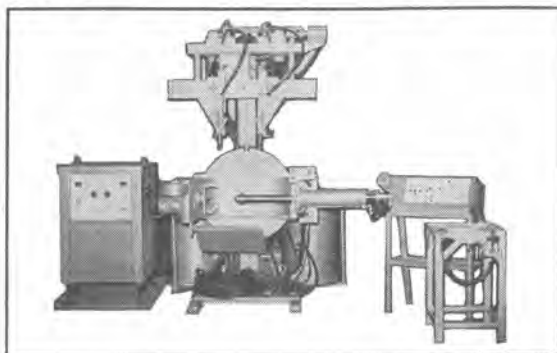
1. 無騒音です。
   二人のささやきも邪魔しません。
2. 無振動です。
   沿道の人々はやすらかな夢をみています。
3. 安全です。
   「みどり十字」を目標に設計してあります。
4. 路床を破壊しません。
   橋、高架床も安心です。
5. 均一なハギ取が出来ます。
   トラがりはやりません。
6. 薄層舗装もハギ取が出来ます。
   名人のうでをもっています。
7. 応用範囲が広いです。
   ジョイントの加熱、手直し修正、乾燥にもつかえます。
8. 他の施工法に較べて取扱いが簡単です。
   だれでも安心してつかえます。
9. 経済的です。
   ムダなお金はつかわせません。
10. メンテナンスフリーです。
    故障のもとになる複雑な機構はあえてはずしてあります。

整備工場設備機器専門メーカのマルマ

◇足廻り自動肉盛溶接機

米国ウルフ社と技術提携国産化成功
トラックリンク自動溶接機、ローラ、
アイドラ自動溶接機等

◇足廻り再生設備

ローラ、アイドラ分解組立プレス
トラックリンク巻き装置
シューボルト分解組立スタンド
トラックリンクプレス等

◇エンジン及油圧装置整備機器・テスタ

エンジン整備ポジショナ　　　油圧ポンプ同シリンダテストスタンド

◇整備工場コンサルタント業務

整備工場設備のレイアウト　　　規模に応じた設備計画等
特に海外へ進出の土木工事のサービス工場に御利用下さい。

マルマ重車輌株式会社

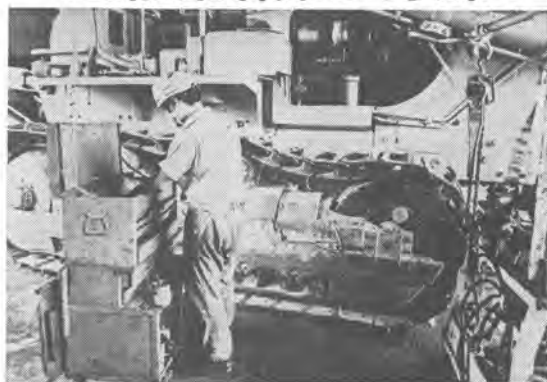
本社・東京工場	東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号	電話(03)429-2131(大代)加入電信242-2367	〒156
名古屋工場	愛知県小牧市小針町中市場25番地	電話(0568)77 3311(代)加入電信4485-988	〒485
相模原工場	神奈川県相模原市大沼2209番地	電話(0427)52 9211(代)加入電信2872-356	〒229
水島出張所	岡山県倉敷市中畝2 2-1	電話(0864)55 7559	〒712
神戸出張所	兵庫県神戸市垂水区高丸7丁目7番17号	電話(078)706 5322	〒655
鹿島出張所	茨城県鹿島郡神栖町大字知手南部団地	電話(02999)6－0566	〒314-02

整備は安心して委せられるマルマへ

◆24時間サービス
部品及フィールドサービス

◆M.U.S(マルマユニットサービス)
ユニット交換即日サービス

◆道路舗装機械・プラント専門整備

建設機械用特殊アタッチメントは マルマが引受ます。

◆排気処理装置(トンネル仕様)

◆騒音防止工事(サイレンサ)

◆森林用ガード、雪用キャブ安全プロテクタ

◆ロックヒルダム用ロックレーキ・転圧ローラ等

◆パイプレイヤ、のり面処理装置等

◆運転管理、報告にオペレーションググラフ

スナップオン工具　米国L＆B自動溶接機：ロジャース油圧機器　日本総代理店

内外機器株式会社

本　社　東京都世田谷区桜3丁目11番12号　電話03-425-4331(代表)　加入電信242-3716 〒156
名古屋営業所　名古屋市中区千早町5丁目9番5号　電話052-261-7361(代表)　加入電信442-2478 〒460

各種米国製機械器具・薬材・及整備用機械工具

The new FLEX-HONE

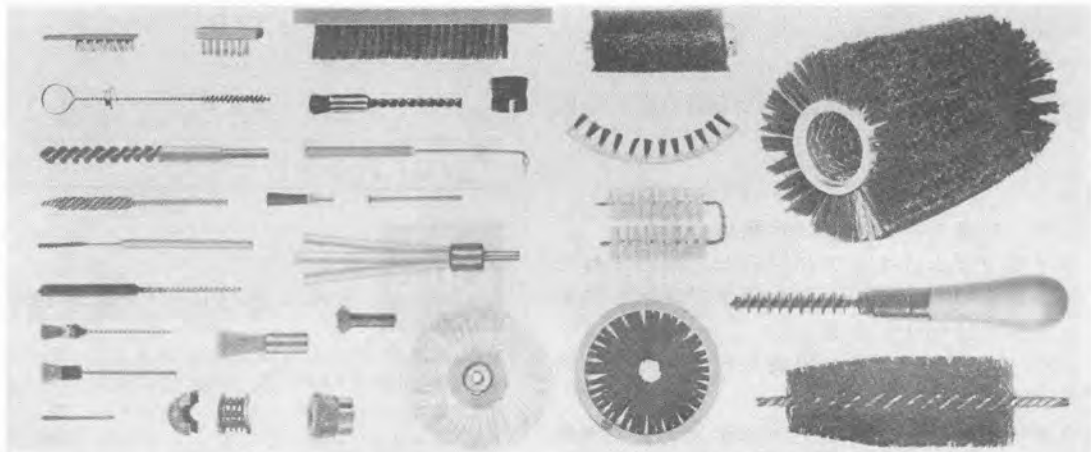
"ホーニング"の新製品

フレックス ホーン

―完全に…早く
簡単に…どこでも―

GBD Series

GB Series

SPECIAL ITEMS

スチールコアードリル

西独が世界に誇る強力メカニズム——

スチールコアードリルはチェンソーメーカーとして世界的シェアを誇る西独アンドレアスチール社が、コアーボーリング用として開発したポータブルな機械です。
スチールカットクイック、スチールチェンソーと同様にダイヤフラム式キャブレターが組込まれておりますので従来の固定式のものと異り切削角度が自由で持ち運びも非常に便利です。
陶管、ヒューム管等の穴あけから鉱山、炭鉱、ダム工事の現場まで非常に使用範囲の広い機械です。

特長

- 小型、軽量の為持ち運びが簡単です。
- ダイヤフラム式キャブレターが、組込まれて居りますので、どのような角度で使用してもエンジンは停止しません。
- スチール専用タンクが用意されて居りますので、水の供給も簡便です。
- コアービットは１インチ～12インチまで用意されて居ります。

エンジン仕様	
エンジン型式	２サイクル単気筒
排　気　量	58cc
無負荷最高回転数	8500rpm
減　速　比	１／９
キャブレター型式	ティロットソンHL型
燃料タンク容量	750cc
燃　　　料	混合ガソリン　25：１ （使用50時間まで20：１）
重　　　量 （コアービットを除く）	14kg

輸入元
スチールジャパン株式会社

本社　東京都渋谷区笹塚２丁目26番２号　☎377-8427
大阪　大阪市大淀区本庄中通3丁目9番地（三陽ビル）　☎371-4363
熊本　熊本市新町２－４－14（三和ビル）　☎54-6457
札幌　札幌市北六条西６丁目２－１（山崎ビル）　☎741-0511
仙台　仙台市上杉１－８－13　勾当台パレス６階　☎61-7058

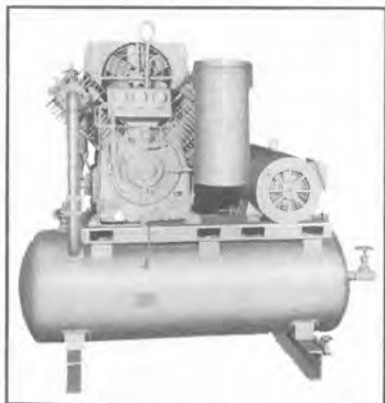
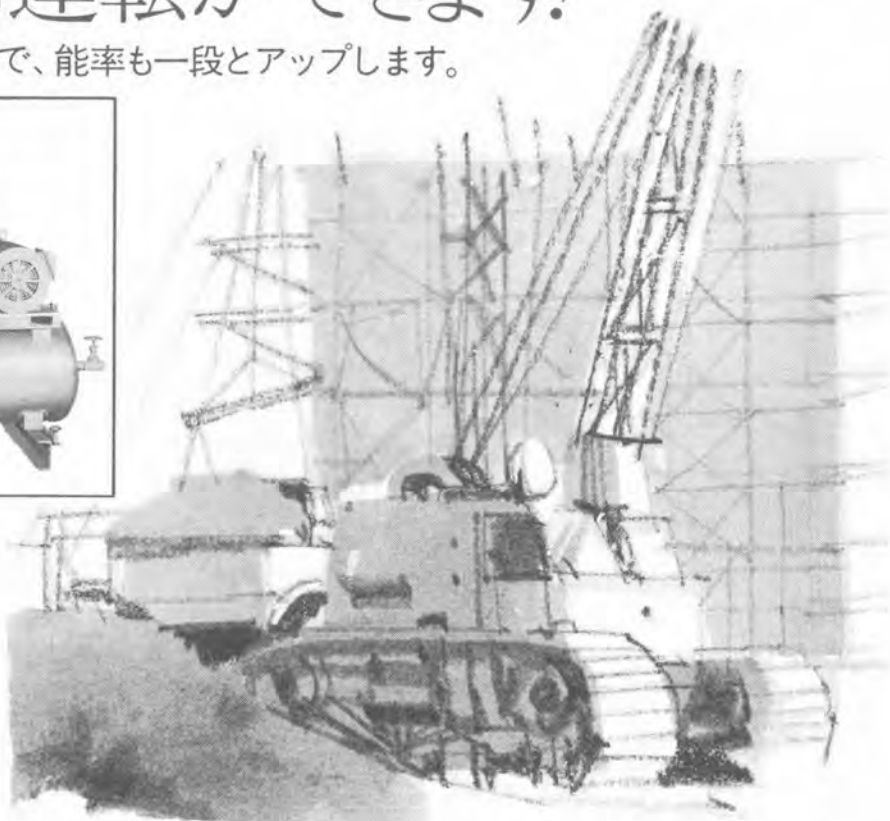
技術の日立

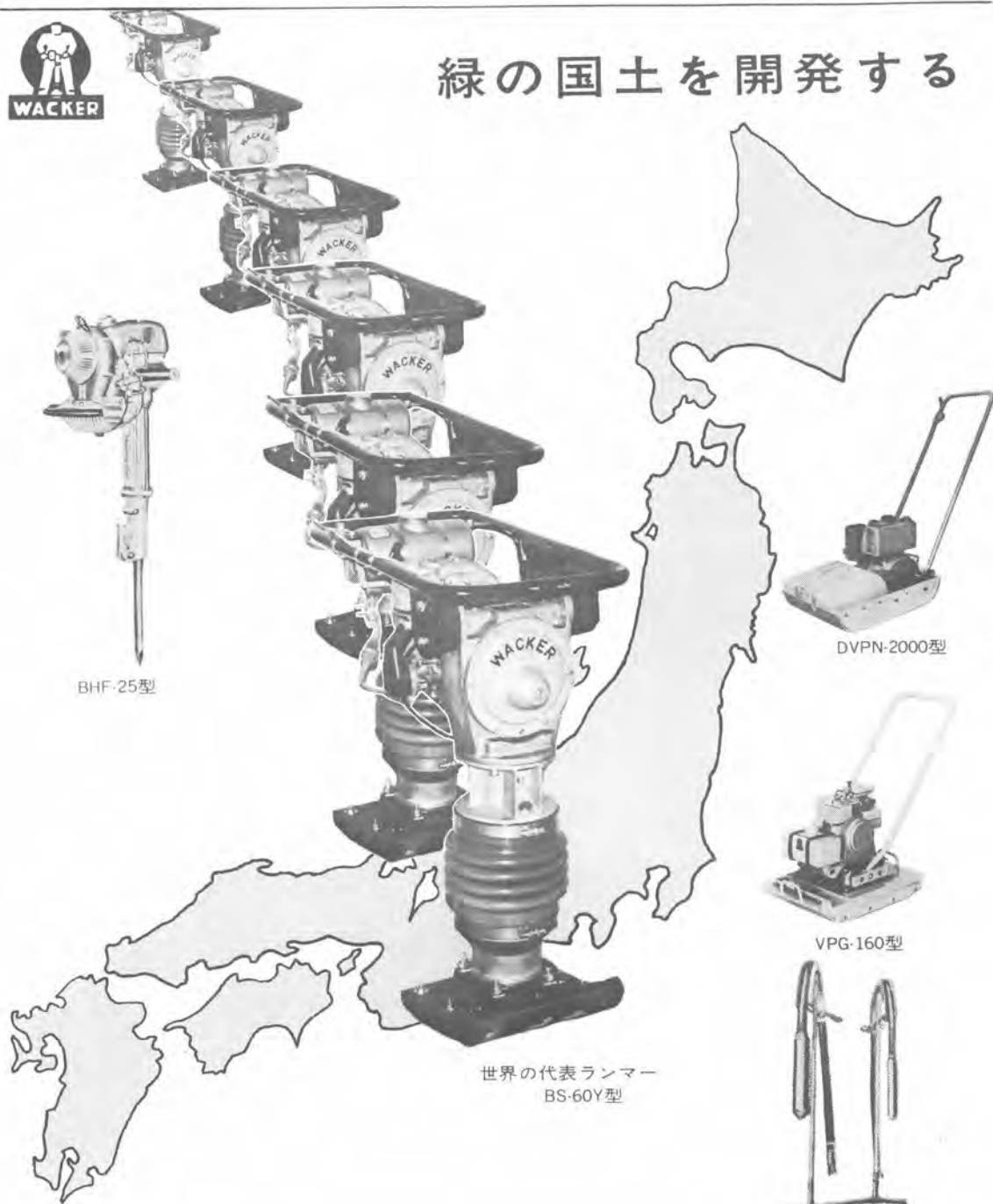
日立VHC圧縮機《ハイユニットシリーズ》は、圧縮機、モートルなどの必要機器を空気槽の上に載せ、空気圧縮設備として一体化したものです。このため据付け時の芯出しは一切不要。簡単な配管・配線作業だけで、すぐにも運転できます。《日立》では、ハイユニットタイプの圧縮機をシリーズ化し、機種もこの37kW・YT－RFを加え7機種と豊富に揃えました。据付け工事の時間を大幅に短縮した画期的な日立VHC圧縮機《ハイユニットシリーズ》。ご使用になる目的と場所に合わせて、建設業・機械工業などあらゆるところで最適の機種をお選びいただけます。

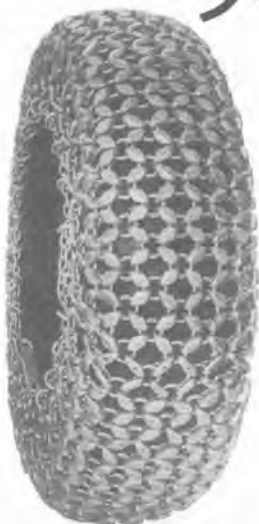
空冷シリーズ	水冷シリーズ
11kW WL-PF (可搬式)	11kW WL-PW (可搬式)
15kW YS-RF (定置式)	15kW YS-RW (定置式)
22kW YT-RF (定置式)	22kW WS-RW (定置式)
37kW YT-RF (定置式)	

このほかベビコンからバランス形・スクリュー形コンプレッサまで、豊富に機種がそろっています。

電源があれば、すぐにも運転ができます!

●機動力が抜群で、能率も一段とアップします。

22kW　TY－RF

ハイユニットシリーズ 日立VHC圧縮機

日立製作所　●お問い合わせは＝もよりの商品営業所へ　東京(435)4111・大阪(203)5781・福岡(741)5831・名古屋(251)3111
札幌(261)3131・仙台(27)1771・富山(25)1211・広島(21)6191・高松(31)2111　または商品事業部へ
東京都港区浜松町2丁目4番1号(世界貿易センタービル)郵便番号105 電話・東京(435)4111〈大代〉

タイヤ コストダウンに挑戦する

エルロー タイヤプロテクションチェーン

- タイヤの摩耗・破損・切断を防ぐ
- タイヤコストを50%ダウン
- 機械の経済性を高めます

使用場所……………………
採鉱場，砕石場，土木建設現場，トンネル工事現場，製鋼所，ガラス工場等

使用機械……………………
ホイールローダ，スクレーパー，ダンプ，グレーダー等

エルロー社（西独）代理店

株式会社 立花商會 貿易部

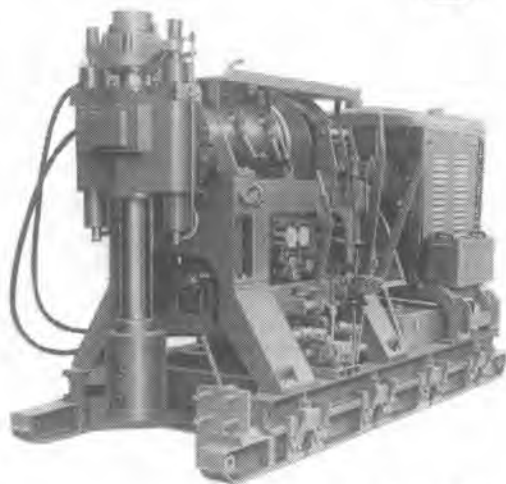
〒550 大阪市西区阿波堀通2の47 TEL06－541－9521

大孔径穿孔に新威力!!

広範囲な用途を持つ

東邦式 大孔径穿孔機 DHシリーズ

機種
DH－6
φ2,000m/m～100m/m
DH－4
φ1,500m/m～65m/m
DH－3B
φ1,200m/m～65m/m
DH－2B
φ1,000m/m～65m/m

◆用途◆
- 基礎支持抗孔
- 地辷り防止対策用孔
- 穿井・穿泉
- その他 コアボーリング

Model DH-6型

（カタログ贈呈誌名記入）

東邦地下工機株式會社

営業所

東京都千代田区内幸町1丁目2番2号（大阪ビル1号館） 電話東京 03(591)8301（代表）
福岡市博多区上月隈用中633番地 電話福岡 092(58)3031（代表）
大阪市浪速区幸町通り1丁目7番地（大幸ビル） 電話大阪 06(562)4686
広島市光町2丁目5番2号（平勝ビル） 電話広島0822(62)2576（代表）
松山市平和通り4丁目2番10号 電話松山0899(41)9176（代表）

TONICON

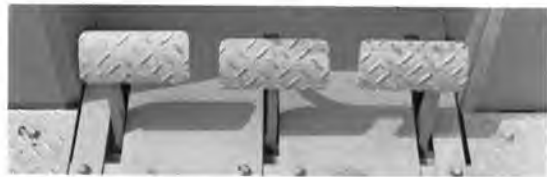
CATERPILLAR 931ローダ

新登場

バケット容量
$0.8m^3$

CAT小形ブル 突貫シリーズ 第3弾
CAT 931ローダ 新登場
CATのハイメカニズムをフル装備

バケット容量 0.8m³

今までにない、本格的な小形建設機械として好評の突貫シリーズに待望の、バケット容量0.8m³の931ローダが新登場しました。このクラスには初めての本格的機構による、操縦の簡単さ。余裕ある設計による、らくらくとした仕事ぶり。最新の方式による、日常点検の容易さ。土木、建築、農業林業……CAT931ローダはどんな仕事もらくらくとこなします。ブルには不慣れの人でも自信をもって乗りこなせます。あなたの現場にもぜひご検討ください。

ペダル式ステアリング

このクラスでは唯一の機構。 両手はバケット操作とミッション操作に専念できます。

整備の楽なシールドローダリンケージ

シールドローダリンケージの採用で、給脂間隔が3ヵ月または250時間と長く日常の点検整備が容易です。（バケットヒンジピン部のみは一週間ごとです）。

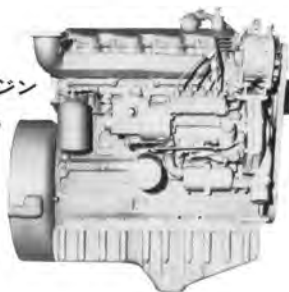
パワーシフトトランスミッション

前後進、全速度段（前進3段、後進1段）の切換えが1本レバーワンタッチでできます。

通り抜け式の運転席

運転席には邪魔なレバー類がなく左右どちらからでも、乗り降りできいざというときも安全です。

余裕のあるエンジン

このクラス最大の出力と排気量で余裕のあるエンジンです。

主な仕様	一般形足回り	強力形足回り
総重量	6,650kg	6,950kg
フライホイール出力	63ps	
バケット容量	0.8m³	

耐久性に優れた足回り

シールドトラックの採用で足回りの耐久性は抜群です。また、一般形と強力形の2種類の足回りで現場にあわせてお選びいただけます。

CATERPILLAR

ブルのことなら——

キャタピラー三菱株式会社

本社・工場 神奈川県相模原市田名3700〒229 ☎(0427)52−1121 直納部 ☎東京(03)478−3711
東関東支社☎柏(0471)31−1151 西関東支社☎八王子(0426)42−1111 北陸支社☎新潟(0252)66−9171 東海支社☎安城(05667)8−1111
近畿支社☎茨木(0726)43−1121 中国支社☎瀬野川(08289)2−2151 〔特約販売店〕北海道建設機械販売㈱☎札幌(011)881−2321
東北建設機械販売㈱☎岩沼(02231)2−3111 四国建設機械販売㈱☎松山(0899)72−1481 九州建設機械販売㈱☎二日市(09292)4−1211
牧港自動車㈱那覇(0988)68−4175

412−337−73132

BULLDOZER *Kabutomushi* BK1800S

BK 1800Sスライドバックホー付

頼もしい弟の誕生——
頑固者の血は受けつがれています

■本機はブルドーザーカブトムシBK2500SDの兄弟機として誕生しました。小型ブルメーカーとして定評のあるハヤサキが多年の経験と最新の技術を随所に駆使した省力機械の決定機ともいえる新製品です。パワー、操作機構、足廻り等も申し分ありません。期待通りの性能を発揮致します。

■主な仕様

(主要寸法)
運転整備重量…………1,800kg
履帯幅……………250mm
接地圧………0.28kg/cm²
接地長…………1,290mm

(性能)
前進三段 第一速………1.8km/h
第二速………3.0km/h
第三速………4.3km/h
後進三段 第一速………2.4km/h
第二速………4.0km/h
第三速………5.8km/h
けん引力…………2,100kg
バケット標準容量………0.25m³
ダンピングクリアランス…1,700mm
油圧装置…………120kg/cm²
バケット幅…………1,250mm

(エンジン)
総排気量……………992cc
最大出力……21ps(2,400r.p.m)

(バックホー装置)
バケット標準容量………0.06m³
バケット幅……………400mm
最大掘削深さ…………2,300mm
ロングタイプ…………2,500mm
掘削力…………2,200kg

製造元 株式会社早崎鐵工所
総販売元 早崎産業機械株式会社

本社	沼津市上香貫西島町1150番地	TEL沼津(31)0463大代表
東京営業所	東京都中央区宝町2の4(第二ぬ利彦ビル)	TEL東京(567)4355(代表)
名古屋営業所	名古屋市中区大須3の8の20(高栄ビル)	TEL名古屋(261)4649(代表)
大阪営業所	大阪市南区安堂寺橋通り3丁目34(南大和ビル)	TEL大阪(252)7365
仙台営業所	仙台市宮城野1丁目4の8	TEL仙台(93)1677
岡山営業所	岡山市番町2丁目13番31号	TEL岡山(22)9372
関西センター	奈良市古市町1340の1	TEL奈良(22)7664

切羽の環境を改善する、高能率クローラジャンボ！

古河の2ブーム・クローラジャンボは、国鉄幹線トンネル工事用に開発された高能率機。最大20°という登坂性能で、各種斜坑やアクセストンネル掘さくに現在活躍しています。さく岩機は強力・消音・消霧形として定評のあるD95ドリフタを搭載し切羽の環境を改善。ワンマン2ドリル操作機構とエクステンションブームの採用で、能率アップと省力化を約束。強力スケジュールも楽々こなす画期的な新鋭機です。

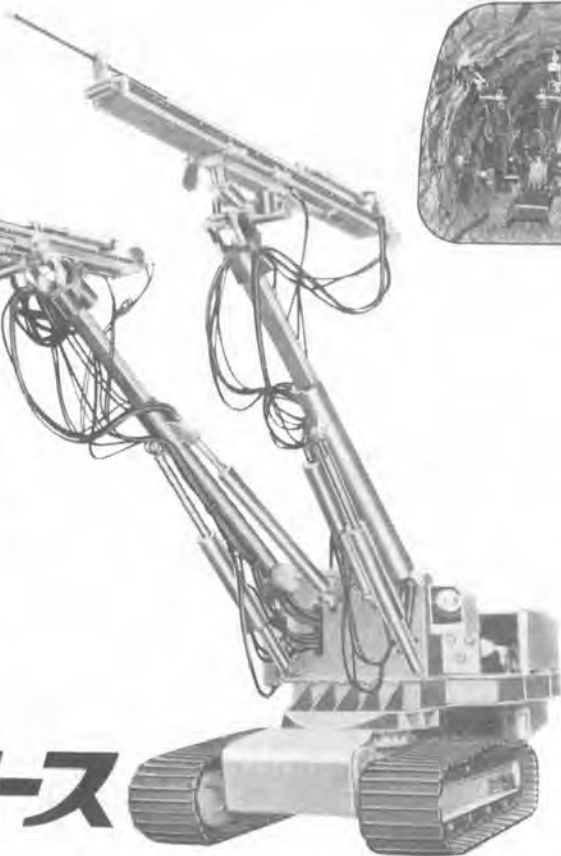
〈そのほかのすぐれた特長〉

- 油圧モータを電動にしたので、エヤ・モータに比較し走行時、ブーム操作時非常に静か。
- 機体幅が狭いので狭い切羽でも機動性発揮、切羽によっては2台並例稼動可能。
- レール式ジャンボに比較し急勾配斜坑でも高能率さく孔可能。
- ドリフタの保守に完ぺきな自動強制給油方式の採用。

■トンネルエースの主な仕様

項目	仕様
全重量	6,500kg
全　幅	2,030mm
走行速度	1.2km/h
登坂角度	常用18°　最大20°
電動機	22kw×4P(200V)
水平さく孔範囲	高さ4.4×幅5.3m

■D95ドリフタの主な仕様

項目	仕様
機体重量	90kg
シリンダ径	95mm
ピストン・ストローク	90mm
空気消費量	6.4m³／min
打撃数	1,500BPM

古河さく岩機販売株式会社

●詳しいお問合せ、カタログのご請求は右記本社又は営業所へ

本　社／東京都千代田区丸の内2の6の1（古河総合ビル）☎03(212)6551(大代)
札　幌☎011(871)1251　大　館☎01864(2)1766　仙　台☎0222(21)5541
名古屋☎052(741)1761　大　阪☎06(344)9362　高　松☎0878(51)8695
広　島☎0822(32)7729　福　岡☎092(56)6487　高　崎☎0273(23)2532

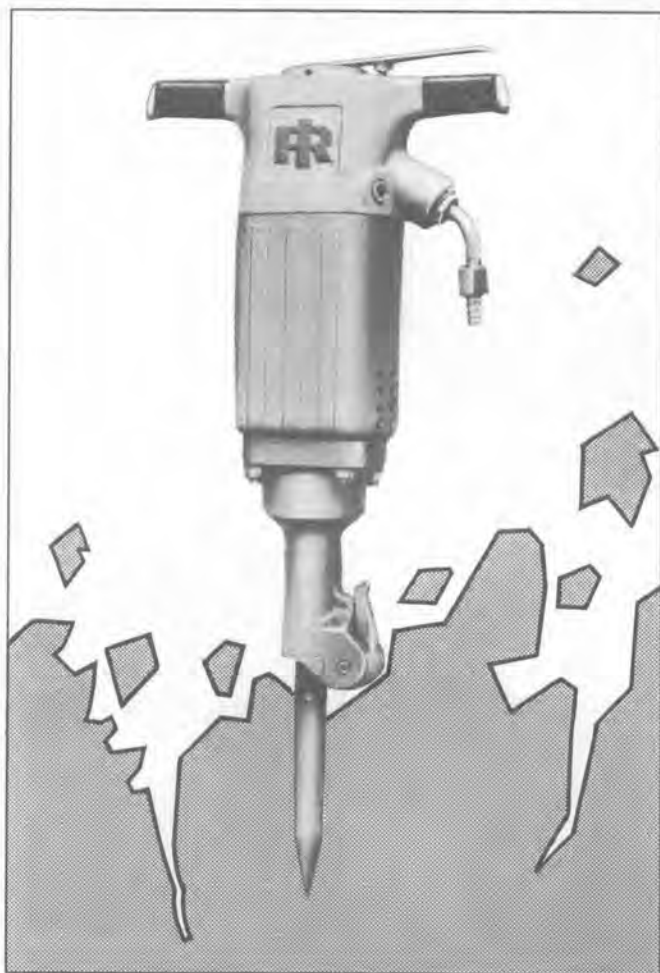
SB-8スーパーブレーカー

コンクリートブレーカーの

騒音と振動をもっと小さく

できたら………

現場に従事する人々のこのような願いを製品に反映させたのがアメリカ、インガーソル・ランド社の画期的なブレーカー、SB－8スーパーブレーカーです。今まで、コンクリートブレーカーの騒音と振動は避けられないものと考えられていましたがSB－8スーパーブレーカーの出現でこれらの問題は、一挙に解決しました。

SB－8スーパーブレーカーは、軽くて丈夫なFRP樹脂の消音マフラーなどにより不快音を取りのぞくとともに独自の内部機構により反撥や振動を最小限に押えています。市街地での使用を特にお勧めいたします。

■仕様

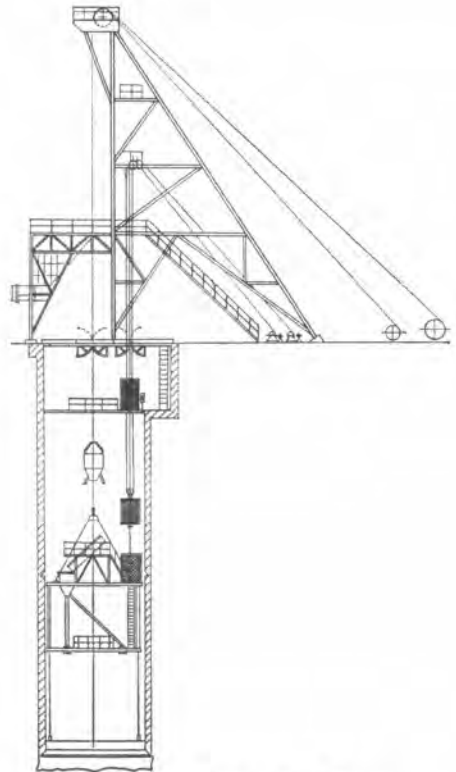
作動圧力……………7kg/cm²
空気消費量……………2.21m³/min
打撃数……………650bit/min
シャンク……………32 ⬡ mm×152mm
長さ……………740mm
重量……………36.3kg

製造元 Ingersoll-Rand

総発売元 NEW デンヨー株式会社

本社 東京都中野区上高田4－2－2
☎03（389）3111代表 〒164
営業所 札幌・仙台・新潟・東京・静岡・名古屋
金沢・京都・大阪・広島・高松・福岡

ゴンドラ
工事用エレベーター

高層煙突用ゴンドラ

堀削用エレベーター

- 労働安全衛生規則の構造規格に従った製品が使用されます。
- ウインチは技術と実績を誇る南星の電気制御方式のウインチを使用します。

ゴンドラ製造認可工場

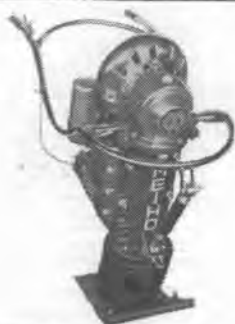
株式會社南星

本社工場	熊本市十禅寺町4の4	TEL (代) 52—8191
東京支店	東京都港区西新橋1の18の14(小里会館ビル2階)	TEL (代)504—0831
大阪営業所	大阪市大淀区本庄中通3丁目9番地	TEL (代)372—7371
名古屋営業所	名古屋市東区石神堂町2丁目18の2(大栄ビル)	TEL (代)962—5681
仙台営業所	仙台市本町2丁目9番15号	TEL (代) 27—2455
札幌営業所	札幌市北16条東17丁目	TEL (代)781—1611
広島営業所	広島市中広町2丁目17番18号	TEL (代) 32—1285
熊本営業所	熊本市十禅寺町9の1	TEL (代) 52—8191
宇都宮駐在所	宇都宮市今泉町3016	TEL 61—8088
盛岡営業所	盛岡市開運橋通り3番41号	TEL (代) 24—5231
長野営業所	長野市大字中御所岡田152	TEL (代) 85—2315
宮崎営業所	宮崎市堀川町54の6	TEL (代) 24—6441
新潟出張所	新潟市東万代町4番9号	TEL (代) 45—5585
大分出張所	大分市中島西2丁目1～41	TEL 4—2785
甲府出張所	甲府市千塚町2111	TEL 22—5725
富山出張所	富山市大泉一区東部1139	TEL 21—3295

総重量 2.770kg

颯爽新登場
ケタはずれのパワーでラクラク作業
KOBE
R907
油圧ショベル
●バケット容量　0.45～1.1m³（標準0.7m³）（山積）
●最大掘削深さ　6.3m
●最大作業半径　9.7m
さらに高性能の強力機を――このご要望に応え颯爽と新登場した、〈KOBE R907〉。強力エンジンと、そのパワーを100％生かす全馬力制御方式とのコンビにより、掘削力は強力そのもの。広い作業範囲、理想的な安全性、軟弱地でも不整地でも全くタフな行動力、軽快な運転操作、快適な居住性を備えた運転室など、効率本位のフル稼動設計。現場に余裕が生まれます。
神戸製鋼
建設機械本部
神鋼商事
建設機械本部

ワキタの建設機械

どれを選んでも特技の持ち主です。

MEIHO リトルジャンボ LJ-80型

耐久力と作動の手軽さは他に類をみません。メイホーの傑作です。

MEIHO ロードメイト RM-80A型

始動・運転操作が容易にできるため、仕上作業には最適です。しかも故障率が低く防震効果も完璧です。

MEIHO パイルカッター MPC-I型

小型軽量のため、移動が容易でシリンダーラム前進、後退切換レバーがついているので手元で全操作ができます。

MEIHO セルプラポンプ ME型

耐海水性にすぐれ、構造簡単・超小型高性能ですので取扱いが容易です。

建設機械の総合商社

WAKITA

脇田機械工業株式会社

本　　社　〒550 大阪市西区本田町２丁目１５番地の９
TEL 06(581)3441番(大代表)
大阪支店　〒550 大阪市西区本田町２丁目１５番地の９
TEL 06(581)3441番(大代表)
東京支店　〒103 東京都中央区日本橋兜町２丁目38番地
TEL 03(668)0821番(大代表)
大阪・東京・仙台・郡山・名古屋・金沢・明石・岡山・広島
徳山・高松・松山・九州・枚方・守口・浦安

豊かな明日をつくる三菱建設機械
三菱重工
本四架橋に準備万全
世界最大級大口径竪形岩盤掘削機
三菱-ヒューズ
シャフトボーリングマシン
MD360
●世界最大級の大口径竪形岩盤掘削機です
●掘削口径は3,600㎜です
本機は掘削径 3,600㎜、世界最大級の竪形岩盤掘削機で、世界の業界がその成果を注目している本州四国連絡橋の建設用に開発したものです。最大潮流8ノットの海上作業台に据えて、水深20～30ｍの海底岩に深さ10～30ｍの竪穴を掘削し、橋脚の基礎造成をします。岩の圧縮強度2,000kg/cm²という硬い岩盤でも掘削可能です。山口県大島大橋の橋脚工事にも活躍、その高性能を実証しました。
●掘削口径 1,500㎜級の最新鋭小形機MD150も準備しております。工事規模に合わせお選び下さい。
三菱重工業株式会社　建設機械事業部トンネル機械課　東京都千代田区丸の内2－5－1 ☎東京03(212)3111
総販売代理店 丸紅株式会社　東京都千代田区大手町1－4－2 ☎東京03(282)3315.6

(米　国)
HYDRAULIC PRODUCTS INCORPORATED社製品

hpi

M2A
油圧モータ

エッチ・ピー・アイ・社製
U.S.A.

HYDRAULIC hpi® MOTORS

ワイドレンジな性能で
無限に拡がる、広範囲な用途！
苛酷な条件で絶大なる耐久力！

- 高速　7500rpm 以上！
- 低速　20rpm でもスムーズ！
- 高温　83°C まで！
- 低温　−40°C！
- 高圧　210kg／cm²使用可能！

圧　力　連続定格 2,000psi (140kg／cm²)
　　　　ピ ー ク 3,000psi (210kg／cm²)

⊙米国 "HYDRAULIC PRODUCTS INCORPORATED"製油圧モータは、油圧業界では考えられなかった苛酷な条件の下で安定した性能と、絶大なる耐久力を保証致します。M2A・シリーズ油圧モータは、既に米国に於ては、数多くの実績をもつユニークな存在の優秀製品であります。！

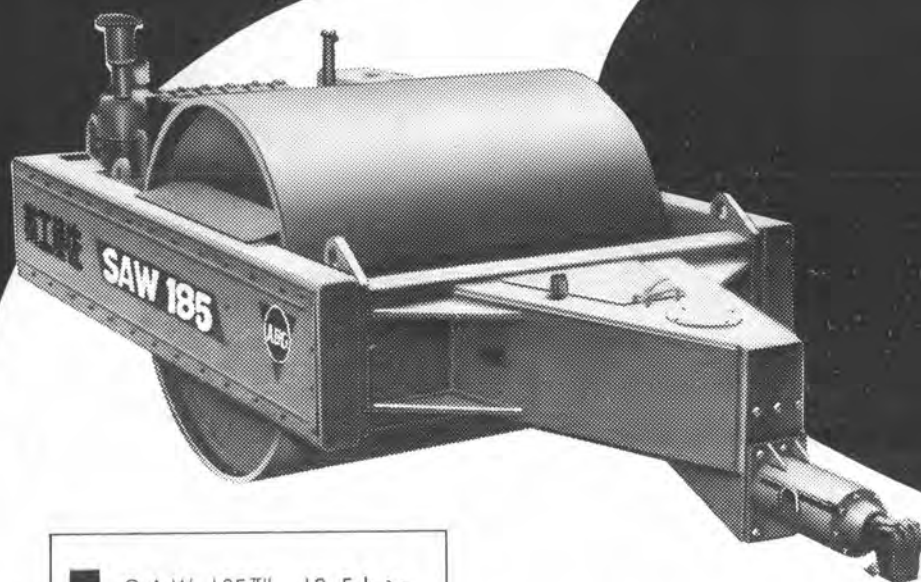
今回、日本に於ては、NOPグループが製造提携を前提とした販売を担当致す事になりました。
よろしく御愛用の程お願い申し上げます。
尚、"GEROTOR" で有名なアメリカマサチューセッツ州ウオルサムにある "W.H.NICHOLS CO.," とこの "HYDRAULIC PRODUCTS INCORPORATED"は、姉妹会社である事をつけ加えさせて頂きます。

製品コード	70kg／cm² 理論トルク値 kg－m	理論吐出量 cm³／rev	ローター巾 (mm)	ポート NPTF	速　度
042	0.776	6.882	6.35	1"	75～7500RPM
085	1.552	13.955	12.70	1"	50～5000RPM
127	2.328	20.811	19.05	1"	40～4000RPM
169	3.992	27.694	25. 4	1"	36～3600RPM
254	4.647	41.622	38. 1	1¼"	30～3000RPM
339	6.198	55.551	50. 8	1¼"	20～2000RPM

NEW OUTSTANDING PRODUCTS.

製造元　日本オイルポンプ製造株式会社
　　　　日本ジーローター株式会社
販売元　オイルポンプ販売株式会社

東京都品川区上大崎2−15−18　TEL 442−7231

大型ダム建設に活躍する
西独ABG社
振動ローラー
ALLGEMEINE BAUMASCHINEN-GESELLSCHAFT
ABG
SAW 185
■ SAW 185型 13.5トン
■ MAW 172型 6.3トン
■ A W 165型 3.3トン
豊富な実績：電源開発大津岐ダムにて使用されて以来深山ダム、新高野ダム、多々良木ダム、高瀬ダム等多数の大型揚水発電所の建設工事に使用されています。
●詳細は下記にお問い合わせ下さい。
本邦取扱店
極東貿易株式会社
建設機械第1部第1課
本社 〒100-91 東京都千代田区大手町2の2の1(新大手町ビル7階)
☎03(244)3812
支店 札幌・沼津・名古屋・大阪・福岡
指定整備工場：㈱ 東洋内燃機工業社
川崎市高津区長尾東高根738 ☎044(86)8171

1月号PR目次

— N —

— O —

— S —

— T —

— Y —

— W —

昭和26年6月5日 第三種郵便物認可

昭和49年1月25日発行
(毎月1回25日)第287号

「建設の機械化」

定価 一部 三〇〇円